THESIS. AMSTERDAM. 5473
1924

DE INVLOED OP DE ADEMHALING VAN DRUK OP DE BORSTKAS

PROEVEN GENOMEN BIJ ONTHERSENDE KATTEN

Akademies proefschrift ter verkrijging van den graad van Doktor in de geneeskunde aan de Universiteit van Amsterdam op gezag van den rector-magnificus Dr. R. C. BOER, Hoogleeraar in de faculteit der letteren en wijsbegeerte, voor de faculteit te verdedigen op DINSDAG 29 JANUARI 1924 des namiddags half vier in het Universiteitsgebouw door

THEODORUS WASSENAAR
GEBOREN TE MIDDELBURG, TRANSVAAL

LANE MEDICAL LIBRARY
STANFORD UNIVERSITY
300 PASTEUR DRIVE
PALO ALTO, CALIF.

SWETS & ZEITLINGER - KEIZERSGRACHT 471, AMSTERDAM

LEESMUSEUM
AMSTERDAM
M

5473

DE INVLOED OP DE ADEMHALING VAN DRUK OP DE BORSTKAS

PROEVEN GENOMEN BIJ ONTHERSENDE KATTEN

Akademies proefschrift ter verkrijging van den graad van Doktor in de geneeskunde aan de Universiteit van Amsterdam op gezag van den rector-magnificus Dr. R. C. BOER, Hoogleeraar in de faculteit der letteren en wijsbegeerte, voor de faculteit te verdedigen op DINSDAG 29 JANUARI 1924 des namiddags half vier in het Universiteitsgebouw door

THEODORUS WASSENAAR

G BOREN TE MIDDELBU[illegible]G, TRA[illegible]SVAAL

SWETS & ZEITLINGER - KEIZERSGRACHT 471, AMSTERDAM

LEESMUSEUM AMSTERDAM

Nu ik mij verstout, met voorliggend proefschrift, te dingen naar de eer van de doktorsgraad, zo zal, mocht het de Fakulteit behagen mij die eer toe te kennen, vooral U, Hooggeleerde Promotor VAN RIJNBERK, mijn dank gelden; U, voor de leidende kritiese zin, waarmede U op de kolleges, de meningen van onderzoekers tegenover elkaar afwoog, ze histories belichtte, en liever dan de wetenschap als 'n afgebakende waarheid voor te stellen, de stelregel van SOKRATES toepaste: te onderzoeken hoe weinig we weten van wat we meenden of menen te weten; U, mijn dank voor Uw belangstelling, die steeds mijn manke schreden op het gebied der wetenschap volgde, voor Uw hulp, waar het eksperiment bekwame hand vereiste.

Ook allen verder, die middelik of rechtstreeks mijn wetenschappelike vorming hebben bevorderd, en bij het ontstaan van dit proefschrift hebben medegewerkt, wens ik hier mijn hartelike dank te betuigen. Allereerst, de grote Engelse physioloog, Prof. SHERRINGTON, bij wie ik het voorrecht genoot korte tijd te mogen werken, in wiens Laboratorium te Oxford ook het in dit proefschrift beschreven verschijnsel voor 't eerst mijn aandacht trok; Prof. ZEEMAN, voor de bereidwilligheid waarmee hij mij steeds bij mijn studiën te hulp kwam; Prof. RUITINGA, voor zijn hulpvaardigheid, niet alleen in verband met dit werk, maar ook waar hij mij en vele mijner landgenoten, zij 't voor werkelike, zij 't voor ingebeelde bezwaren, met raad en daad diende; Dr. MIJNLIEFF voor zijn node te missen tijd, die hij in mijn belang wist af te staan; en tenslotte — agteros kom ook in die juk — ijwerige Dr. STRASHEIM, baie dankie vir jou hulp bij mij proefnemings.

AAN MIJN OUDERS

INHOUDSOPGAVE.

		Bladz.
	Kort inleidend Histories Overzicht van de ademhalingsrefleksen . .	7
I.	Versnelling der ademhaling door druk op de borstkas	14
II.	Verlangzaming der ademhaling door drukken op de borstkas. . .	16
III.	Overgang van verlangzaming naar versnelling	17
IV.	Ontleding der voorgaande krommen	18
V.	Verklaring van de ogenschijnlike tegenstrijdigheid, dat druk op de borstkas zoowel versnelling als verlangzaming der ademhaling kan teweegbrengen	19
VI.	Scheiding van versnelling en verlangzaming der ademhaling . . .	21
VII.	Verschillende omstandigheden van proefneming die het druk-proef-verschijnsel, al of niet beinvloeden	24
VIII.	Gewijzigde proefneming	29
IX.	Verband tussen de druk-proef en de proeven van HERING en BREUER	33
X.	De Oorsprong en de Zenuwondergrond van het druk-proef-verschijnsel	39
XI.	Samenvatting	47
XII.	Beschouwingen over de kunstmatige ademhaling	48
	Litteratuur opgave	56

KORT INLEIDEND HISTORIES OVERZICHT VAN DE ADEMHALINGSREFLEKSEN.

We zullen hier de strijd om het ademcentrum, zijn bestaan, al of niet, zijn ligging, niet trachten door te maken. Nemen we aan dat het bestaat en ligt in het verlengde merg. Ons interesseren hier alleen de omstandigheden, die reflektories invloed hebben op zijn werking, en hun wijze van beinvloeding.

Het ademhalingscentrum heeft willicht van alle centra, de meest veelzijdige belangstelling voor wat er in en om het overige lichaam gebeurt. Het deelt in vreugde en smart. Hoest men, niest men, lacht men, zucht men, snikt of huilt het kind, de ademhalingskernen hebben zich daarmee gemoeid. De lusteloze rekt zich uit, de adem wordt ingehouden. Men schrikt, men krijgt 'n bak koud water over de rug gegoten, een onwillekeurige diepe inademing is het natuurlike gevolg Het pasgeboren kind krijgt voor 't eerst slaag omdat het niet ademt, en het ademcentrum gehoorzaamt. Men slikt, of is gedwongen het reeds geslikte den tegenovergestelden weg te laten gaan, direkt is het ademcentrum gereed de toegang naar de luchtwegen te sluiten en de ademhaling veiligheidshalve voor het ogenblik stop te zetten.

Door middel van het bloed wordt het ademcentrum van onze behoefte aan lucht, naar gelang van lichamelike aktiviteit of non-aktiviteit, op de hoogte gehouden.

Ademen we teveel, dan neemt het ademhalingscentrum, aan zich zelf overgelaten, rust. Hebben we ons gedwongen te weinig te ademen, van het verlengde merg uit wordt weldra voorziening in het tekort gelast.

De gevoelszenuwen, waar die ook aan het lichaam geprikkeld mogen worden, hebben bijna zonder uitzondering invloed op de ademhaling hetzij op 't ritme, hetzij op de diepte daarvan. MARCKWALD (1) vindt dat huidprikkels, soms zelfs het aanblazen

van de huid bij konijnen, de ademhaling kan veranderen of opwekken. KNOLL (2) geeft een lange lijst van sensoriese impulsen, die de ademhaling kunnen beinvloeden. Het gehoor, gezichtswaarnemingen enz. enz. komen dikwels in 't spel.

Biezonder interessant zijn in dit verband de onderzoekingen van JAPELLI, (3) die aantoonde dat er in het ademcentrum een sterke neiging bestond om zijn ritme met dat van zekere uitwendige prikkels in overeenstemming te brengen. Wanneer b.v. bij een hond, de centrale stam van de N. Ischiadicus ritmies met 'n zwakke elektriese stroom werd geprikkeld, dan nam na verloop van enige tijd het ademcentrum een ritme aan, dat volkomen overeenstemde met dat der Ischiadicusprikkeling. Ook bij den arbeid, waarbij ritmiese bewegingen worden uitgevoerd, zou het ademritme zich trachten te synchroniseren met deze bewegingen, of althans een bepaalde verhouding daartegenover aan te nemen. Ook deze verschijnselen zouden tot stand komen door afferente impulsen die ritmies de ademhalingskernen toevloeien.

We willen deze refleksen, die een meer toevallige rol bij de ademhaling spelen, hier niet nader bespreken.

Van meer belang zijn die refleksen, die direkt met de ademhaling als zodanig, met de goede funktionering van dit levensgewichtige proces, verband houden. Daaronder verstaan we in de eerste plaats de refleksen, die ergens in het ademhalingsorgaan, borstkas inbegrepen, hun oorsprong nemen. In de tweede plaats noemen we de refleksen, die, zoals b.v. bij slikken en braken, uit naburige organen op de ademhaling werken. In dit verband zij gewezen op het praktiese nut, dat men met LABORDE'S methode voor kunstmatige ademhaling bereikt, door aan de tong te trekken en zodoende het ademcentrum langs den weg van Nn. laryngei en N. glossopharyngeus te prikkelen.

Tot goed begrip van de eerstgenoemde groep van refleksen, dient hier 'n korte opsomming van de afferente banen waarlangs de daarvoor bestemde impulsen het ademcentrum bereiken.

De belangrijkste plaats nemen wel de vaguszenuwen in, die in de longen alleenheerschappij voeren. Daarna komen de Nn. phrenici, die, behalve motoriese vezels voor het middenrif, ook sensoriese vezels voor de longvliezen, en zeer zeker ook sensibele (spierzin-) vezels voor het diaphragma bevatten.

Tenslotte hebben we de tussenribszenuwen, die ongetwijfeld het hunne bijdragen om het ademcentrum in te lichten over den kontraktietoestand in de tussenribsspieren. De refleksen uit neus en keel voorlopig terzijde stellend, vinden we dus drie wegen waarlangs de afferente impulsen voor de instandhouding en regulering van de normale ademhaling het ademcentrum toevloeien.

Van deze banen zijn de Vagi, als de belangrijkste, 't meest bestudeerd. GALENUS, LEGALLOIS e.a. wisten reeds van de regulerende invloed van de Vagi ten opzichte van de ademhaling. De latere onderzoekers hebben in hoofdzaak twee methodes gevolgd om de werking van de Vagi na te gaan. Men heeft ze doorgesneden, men heeft ze geprikkeld.

LANGENDORFF (4) beschreef hoe het aflichten van de Vagus uit de halswond, het trekken daaraan, de aanraking daarvan met metalen instrumenten, met vloeistoffen enz., adembewegingen, (meestal ekspiratoriese) deed ontstaan.

GRÜTZNER (5) bewees, dat deze werkingen door demarkatiestromen moesten ontstaan, want voorzichtig droogmaken van den Vagus, het in aanraking brengen daarvan met koude of warme olie, en zelfs voorzichtig trekken eraan, liet de ademhaling onveranderd.

TRAUBE (6) wist al in 1847 dat elektriese prikkeling van de centrale stam van 'n doorgesneden Vagus de ademhaling kon versnellen, en zelfs 'n inademingstetanus kon verwekken. ROSENTHAL (7) bevestigde dit later. GAD, (8) FREDERICQ (9) en WAGNER (10) vonden onder andere omstandigheden 'n verlangzaming van de ademhaling en 'n overwegen van uitademingswerkzaamheid door prikkelen van de vagusstam. Men heeft hieruit willen besluiten dat er twee soorten van vezels in de vagi, een groep voor de inademing, de andere voor uitademing, naar de ademhalingskernen lopen.

Andere onderzoekers willen in de Vagus-zenuwen ook remmende vezels voor de ademhalingskernen zoeken. Zo vond TREVES b.v. dat prikkeling van de centrale Vagusstam de inademingstetanus onderbrak, die, terwijl de uitademingsspieren door afbinding van het ruggemerg beneden de Phrenicus-kernen verlamd waren, na doorsnijding van de Vagi ontstond. Hij

verklaart dit verschijnsel het resultaat van remming door de Vagus te zijn. GAD (8) ging zelfs zover om de Vagus, wat betreft de inademing, als 'n zuivere remmings-zenuw te beschouwen.

MARCKWALD (11) en LOEWY (12) hebben zich bezig gehouden met de bestudering van de Vagus-invloed op de ademhaling bij wel en niet onthersende proefdieren. De hersenen bleken 'n voorname faktor bij de regeling van de ademhaling, als de dienst van de Vagi was buitengesloten.

De gewone gang van de ademhaling, waarbij de inademing regelmatig op de uitademing, en de uitademing regelmatig op de inademing volgt, brengt de gedachte reeds aan de hand, dat die twee bewegingen nauw met elkaar verbonden zijn, en de een wellicht zijn oorsprong aan de andere te danken heeft. Hierop hebben HERING en BREUER (13), gesteund door vele feiten, hun theorie van de autoregulatie der ademhaling gebaseerd. Zij stelden vast, dat alles, wat de longen doet samenvallen, 'n inademing, alles wat ze tot ontplooing brengt, 'n uitademing tevoorschijn roept. De inademing zou dus de uitademing, de uitademing de inademing voorbereiden.

Na doorsnijding der Vagi, bleven deze refleksverschijnselen uit. Het lag dus voor de hand aan te nemen, dat de Vagustakken, door het afwisselend samenvallen en ontplooien van de longen, worden geprikkeld en zodoende reflektories het ademhalingsproces aan de gang hielden. Het bleek nu echter, dat ook dan, wanneer de longen 'n konstantblijvend volume innamen, b.v. wanneer de longen waren geperforeerd, en bij geopende borstkas 'n egale luchtstroom door ze heen werd geblazen, de Vagi nog immer 'n zekeren tonus bezaten, want ook nu nog volgde 'n verlangzaming der ademhaling op de doorsnijding daarvan.

LOEWY (14) toonde door middel van 'n slim-bedachte proef aan, dat de long die volkomen samengevallen en luchtledig geworden is, geen invloed meer door middel van de Vagus op het ademhalings-centrum uitoefent. Werd in zo'n geval de andere Vagus (die van de funktionerende long) doorgesneden, dan nam de ademhaling onmiddelik het tiepe aan van die welke volgt op dubbelzijdige doorsnijding der Vagi. Door nu de atelektatiese long weer op te blazen, kwam de Vagus aan deze zijde weer

in werking, de ademhaling werd sneller. De long in atelektase — besluit LOEWY — beduidt dus voor de Vagus 'n soort van physiologiese rusttoestand. De Vagus-tonus ontstaat op het moment dat de long van de luchtledige naar de luchthoudende toestand overgaat.

Het zou echter verkeerd zijn hieruit te konkluderen dat alleen de ontplooing der longen de vagustakken prikkelt. Het kunstige eksperiment van Head (15) toont dit ten duidelikste. De samenvalling der longen speelt 'n groote rol bij de opwekking van de inademing. HEAD bracht 'n buisje in de linker bronchus, waardoor het mogelik was de toebehorende long kunstmatig van lucht te voorzien. De linker Vagus werd doorgesneden. Nu opende hij de pleura rechts en liet de long aan deze zijde samenvallen. Er ontstond een heftige inademingskramp, ofschoon door de kunstmatige luchtvoorziening in de linker long ademnood werd vermeden. De Vagus bevat dus zeker vezels voor de inademing, die vooral door het samenvallen van de long, worden geprikkeld.

Samenvattend kan men zeggen, dat de onderzoekingen ons geleerd hebben dat de Vagi regulerend bij de gewone ademhaling ingrijpen en vooral een versnellende invloed uitoefenen, want het is 'n bekend verschijnsel, dat na doorsnijding van beide Vagi, de ademhaling veel langzamer en de afzonderlike inademingen dieper worden.

Onder biezondere omstandigheden treden echter ook andere funkties voor den dag. Zo vond LUCIANI (16) bij proefnemingen op vogels, dat de Vagi veel te doen hadden met de toestand van Apnoea, die na kunstmatige positieve ventilatie van de longen ontstaat. (Reeds BROWN SEQUARD wees hierop). In vele gevallen werd die Apnoea onvolkomen of geheel onderbroken als de Vagi waren of werden doorgesneden. De ademhalingsstilstand tengevolge van positieve kunstmatige ventilatie, bleek dus dikwels, ten dele althans, op 'n Vagusrefleks te berusten. TRAUBE (17) vond dat de Apnoea bij Cheyne-stokes' ademtiepe afhankelik was van de Vagi.

Hiertegenover schenen de eksperimenten van FREDERICQ, (22) waarbij 'n kunstmatige gekruiste bloedcirkulatie naar de hersenen tussen twee honden werd bewerkstelligd, te bewijzen, dat Apnoea

zuiver en alleen door de koolzuur-armte van het bloed tot stand kwam. Hij had echter de Vagi niet doorgesneden, en zo bléef de mogelikheid, dat de afferente banen dezer zenuwen deel hadden aan het ontstaan der ademhalingsstilstand.

LUCIANI gaat zelfs zo ver om de lange uitademingspausen zoals die door MOSSO bij soldaten op de Alpen werd gevonden, afhankelik te verklaren van een paretiesen toestand van de Vagus op grote hoogte.

Zoveel over de Vagus, de belangrijkste drager der afferente banen voor het ademhalingscentrum.

De andere afferente wegen zijn veel minder bestudeerd. We noemden in de tweede plaats de Phrenicus.

BAGLIONI (18) bestudeerde in 1903 'n refleks die duidelik wees op de invloed, die de afferente banen van de Phrenicus op het ademhalingscentrum uitoefent. Bij 'n konijn opende hij de borstkas en prikkelde het middenrif met 'n faradiese stroom, waardoor deze spier in 'n langdurige kontraktie geraakte. Bij het begin van de samentrekking, werden de neusgaten van het proefdier wijder, wat overeenstemt met een inademing. Daarna echter, terwijl het diaphragma nog in krampachtige samentrekking verkeerde, sloten zich plotseling de neusgaten, en bleven in deze toestand volharden, zo lang als de samentrekking van het middenrif duurde.

De sluiting der neusgaten korrespondeert, zoals we weten, bij vele dieren met de uitademing.

Werden nu de Nn. phrenici in de nekstreek doorgesneden, dan verdween de refleks volkomen.

BAGLIONI bracht nu deze verschijnselen in verband met de leer van HERING en BREUER omtrent de auto-regulatie van het ademcentrum. Elke inademingsbeweging zou 'n uitademingsbeweging voorbereiden en aanzetten. De prikkeling van het middenrif veroorzaakt een inademingsbeweging, die op zijn beurt, langs de afferente wegen van de Phrenicus een uitademingsbeweging (het sluiten van de neusgaten) te voorschijn roept.

Ook de proeven van ANREP en CYBULSKI (21) tonen de werking der afferente banen van de Phrenicus aan. Zij vonden dat prikkeling van de centrale stam van de Phrenicus, in- en uitademingsbewegingen kon te voorschijn roepen.

In de derde plaats noemden we de afferente wegen die uit de borstkaswand naar het ademcentrum gaan. Huidprikkels, die, zooals bekend, de ademhaling kunnen beïnvloeden, laten we hier buiten bespreking. We denken meer in 't biezonder aan de prikkels die uit de tussenribsspieren, de aanhechtingspunten der ribben, de gewrichten, het ademcentrum toestromen, om over de toestand van deze delen te rapporteren.

Onze kennis op dit gebied is nog uiterst gering.

R. DU BOIS-REYMOND en KATZENSTEIN (19) hebben echter bij honden een refleks gevonden, die geen twijfel laat over de rol die afferente impulsen uit de borstkaswand bij de regeling van de ademhaling spelen.

Zij vonden dat bij dubbelzijdige pneumothorax samendrukking van de borstkas een vernauwing van glottis en neusgaten veroorzaakte, terwijl het tegenovergestelde plaats vond, als de borstkas werd losgelaten en naar zijn evenwichtsstand terugkeerde. Met een uitademingsbeweging (samendrukking van de borstkas) ging dus gepaard een sluitende beweging van glottis en neusgaten, precies zoals in het gewone leven dikwels bij dieren wordt waargenomen.

De afferente impulsen voor deze refleks moeten hun oorsprong in de borstkaswand gevonden hebben en langs de achterwortels van het thorakale ruggemerg omhoog gestegen zijn.

Het zou, in verband met de kunstmatige ademhaling, van belang zijn de mogelikheden van reflektoriese beinvloeding der ademhaling, vooral met het oog op prikkels die door druk op de borstkas kunnen ontstaan, nauwkeuriger te bestuderen.

ADUCCO heeft proefnemingen uitgevoerd, waarbij hij, op een of andere wijze, o.a. door het opzetten van gewichten, druk op de borstkas uitoefende. Hij vond echter geen biezonder effekt daarvan op de ademhaling.

Bekend is voorts het verschijnsel, dat door mechaniese bemoeiliking, b.v. 'n breden brand om borstkas of buik of om beide, de ademhaling langzamer en dieper word.

De volgende bladzijden zijn gewijd aan de bestudering van 'n refleks, die ontstaat door drukken op de borstkas bij onthersende katten. Welke de wegen zijn, die de afferente impulsen voor deze refleks bewandelen, zullen we daar trachten na te gaan.

I. Versnelling der ademhaling door druk op de borstkas.

Toen ik, tegen het einde van 1918, in het laboratorium van Prof. SHERRINGTON te Oxford enige proeven deed met katten, die van hun grote hersenen beroofd waren, is het mij opgevallen, dat drukken op de borstkas van zo'n proefdier 'n versnelling van de ademhaling teweeg kon brengen.

Het proefdier werd op de volgende wijze voorbereid:

Diepe verdoving, liefst met aether alleen.

De kat op 'n daarvoor geschikt plankje op de rug uitgespannen.

De grote luchtpijp blootgelegd, Tracheotomie, 'n buisje ingevoerd.

Beide Carotis-slagaderen afgebonden.

De kat wordt nu van het span-plankje verwijderd en op de buik gelegd.

Een lengte-snede door de kophuid in het midden. De kruising van de frontale en sagitalle naden wordt opgezocht, van dit punt uit, 30 m.m. naar achteren, 'n merkje gemaakt. Hier wordt later het mes ingezet.

De kat, nog altijd onder diepe verdoving, wordt nu op de „decerebator" van SHERRINGTON (23) geplaatst en op de wijze door SHERRINGTON beschreven, gedecerebreerd. Narkose onmiddelik gestaakt.

Bloeding uit de vertebraalvaten gestelpt.

Kunstmatige ademhaling.

De kat wordt nu in zij-ligging op 'n verwarmde tafel gelegd.

De shock van het ingrijpen gaat in vele gevallen snel voorbij, en weldra treden normale regelmatige ademhalingsbewegingen op. Kunstmatige ademhaling gestaakt.

In de gunstige gevallen zien we dan spoedig 'n versnelling van de ademhaling optreden door drukken op de borstkas.

De figuren 1 en 2, bij twee verschillende katten opgenomen, geven hiervan treffende voorbeelden.

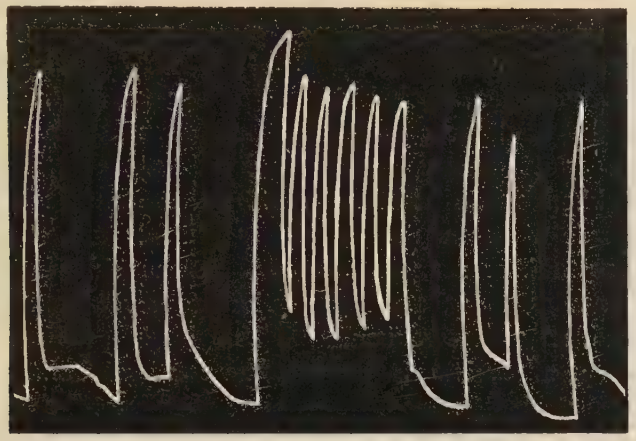

Fig. 1. (Sthetograafopschrijving)
Versnelling van de ademhaling door druk op de borstkas, krommen liggen daar hoger.
Ritme: 5 versneld = 3 norm.

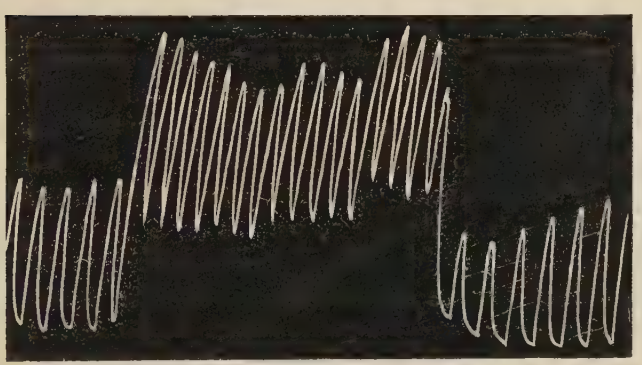

Fig. 2. Als in Fig 1.
Ritme: 6 versneld = 5 norm.

Deze krommen werden opgeschreven, of door middel van 'n sthetograaf, zooals door SHERRINGTON (24) aangegeven, verbonden met 'n gewone opschrijver voor spierkrommen, of door middel van tamboertjes. De sthetograaf wordt op de buik of op de borstkas geplaatst en de ademhalingsbewegingen worden zo

overgebracht dat inademing overeenstemt met 'n beweging van de schrijver naar boven, — met het stijgende been van de kromme dus, — uitademing, met de vallende beweging, — het dalende been van de kromme. Ook bij de tamboer-opschrijving ligt de inademingstop boven.

Dat de krommen, tijdens het uitoefenen van druk op de borstkas, hoger liggen, verklaart zich vanzelf uit de proef-opstelling.

Het drukken op de borstkas geschiedde op zeer eenvoudige wijze, met de platte hand, of met enkele vingers slechts, en indien het proefdier zeer gevoelig is, kan reeds heel zwakke druk, door middel van een enkele vingertop, voldoende zijn om het verschijnsel op te wekken.

De proefkatten zijn individueel zeer verschillend in hun reflektoriese gevoeligheid. Of de oorzaak hiervan in werkelike individueele eigenschappen ligt, of in het meer of minder vlot verlopen der operatie, de graad van shock, de mate van kwetsing der zenuwelementen, is hier niet uit te maken. Zeker is het, dat bij hevige shock, het proefdier minder gelukkige resultaten oplevert.

In 't algemeen echter, kan men zeggen, dat, zo de kat slechts regelmatig ademt, het verschijnsel van de versnelling der ademhaling door drukken op de borstkas, op een of andere tijd gedurende het verloop van de proefneming, meestal, — het zij hier reeds gemeld — eerst geruime tijd na de operatie zal zijn op te wekken.

II. Verlangzaming der ademhaling door drukken op de borstkas.

Nu bleek het echter al spoedig, dat in vele gevallen, vooral kort na de operatie, de proef-kat langzamer ging ademen, wanneer we met de hand op zijn borstkas drukten: precies het tegenovergestelde dus van onze vroegere waarnemingen.

Fig. 3 geeft hiervan 'n goedgeslaagde kurve. Hoewel niet geheel regelmatig.

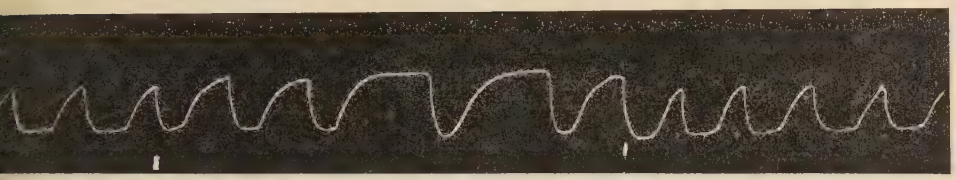

Fig. 3.
Verlangzaming van de ademhaling door druk op de borstkas. De merkjes onderaan geven de tijd aan gedurende welke druk werd uitgeoefend. Krommen door middel van tamboertjes, die om de buik waren bevestigd, opgeschreven.

Dit verschijnsel, dat ons, in verband met het voorgaande bevreemdend schijnt, werd nog des te belangwekkender, toen we kurven konden opschrijven waar er 'n duidelike

III. Overgang van verlangzaming naar versnelling

was waar te nemen, gedurende één en dezelfde druk-proef.

Fig. 4 toont ons zo'n kurve. Direkt na het begin van de drukproef, twee duidelik-verlangzaamde ademhalingsbewegingen ;

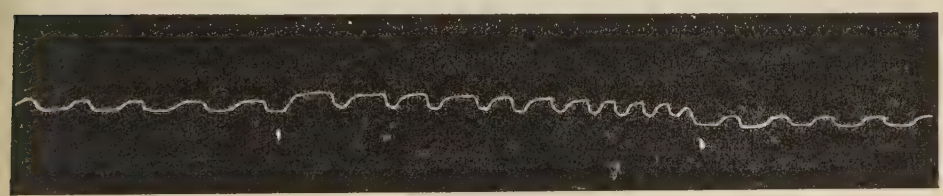

Fig. 4.
Overgang van verlangzaming naar versnelling der ademhaling. De krommen liggen iets hoger gedurende druk-proef. Tamboeropschrijving.

dan volgt er 'n periode, waarin het ritme geen opvallende verschillen tegenover het normale vertoont, en tenslotte zien we geleidelik 'n versnelling tevoorschijn treden. Zodra we weer ophouden met drukken, herneemt de ademhaling zijn gewone karakter.

IV. Ontleding der voorgaande krommen.

1. Hoe ontstaat de versnelling der ademhaling?
2. Op welke wijze wordt de verlangzaming der ademhaling tot stand gebracht?

1) Beschouwen we de figuren 1 en 2 nader, dan merken we terstond op, dat de versnelling der ademhaling tot stand komt door 'n belangrijke inkorting der rustpozen na de uitademing. De krommen zijn onder veel spitser.

2) Afgezien van de eerste kromme, vertonen de toppen der kurven gedurende de druk-proef [1]) in Fig. 1 geen buitenmatige verschillen in vergelijking met de voorafgaande en na-volgende normale krommen. Reeds hier echter bemerken we 'n neiging tot afronding, tot minder scherp zijn der inademingstoppen, gedurende de tijd dat druk op de borstkas uitgeoefend wordt.

Nemen we nu de figuren 3 en 4 ter hand, dan zien we dat deze neiging zich als 'n uitgesproken eigenschap openbaart. De inademingstoppen zijn hier zo lang uitgerekt, dat ze wel met tafelbergen zouden kunnen vergeleken worden. En deze vergelijking is nog meer verdiend, wanneer, zoals Fig. 5 ons laat zien, de uitrekking van de inademing 'n ware hoogvlakte doet ontstaan.

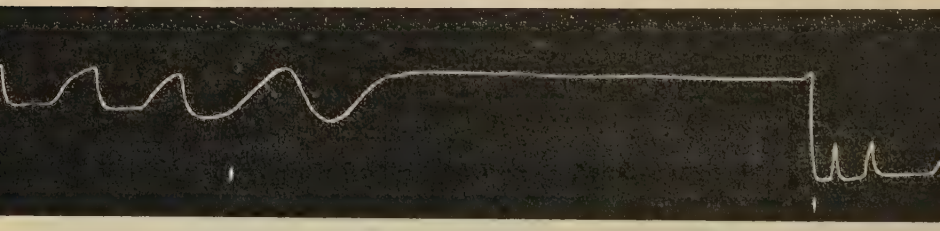

Fig. 5. (Tamboeropschrijving).
Opvallende verlangzaming van de ademhaling door druk op de borstkas. De inademing sterk uitgerekt (± 20 sek. lang).

Letten we in de figuren 3 en 4 op de dalen, dan vinden we, dat die ook daar, waar de ademhaling belangrijk vertraagd is, op dezelfde wijze nauwer zijn, als in de kurven, waar we 'n versnelling van de ademhaling gevonden hebben. De tussenpozen na de uitademing zijn dus ook hier ingekort, wat echter niet belet dat de ademhaling in zijn geheel langzamer gaat.

[1]) Kortheidshalve wordt het woord „druk-proef" gebezigd om de proef, waarbij op de borstkas gedrukt wordt, aan te duiden.

Wij krijgen dus 'n omkering van het gewone ademhalingstiepe: hier, scherpe toppen en vlakke dalen; bij gene, vlakke toppen en enge dalen.

Deze omkering treft ons vooral daar, waar de ademhaling in zijn geheel verlangzaamd is; zij is echter ook aanwezig in die gevallen waar het ademhalingsritme onveranderd schijnt (bewijze Fig. 6) en komt ook wel voor in krommen die een versnelling

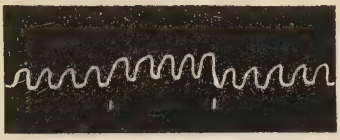

Fig. 6.
Omkering van het ademhalingstiepe gedurende de druk-proef. Ritme niet wezenlijk veranderd. Tamboeropschrijving.

van de ademhaling door druk op de borstkas vertonen, zo b.v. in Fig. 7. Hier vooral valt ons de toespitsing der krommen

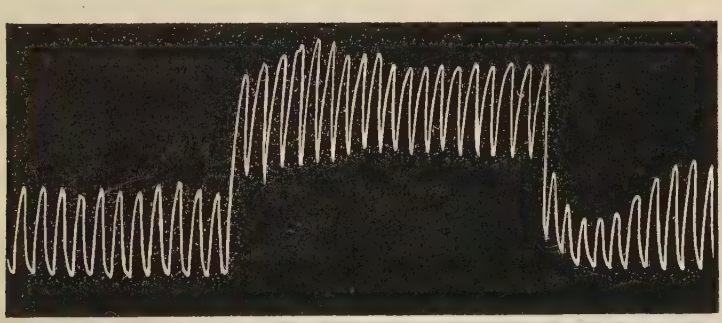

Fig. 7.
Omkering van het ademhalingstiepe, waar de ademhaling, tijdens de druk-proef, versneld is.

naar onderen biezonder duidelik op.

Zoeken we nu naar een

V. Verklaring van de ogenschijnlike tegenstrijdigheid,

dat een en dezelfde oorzaak — te weten, het drukken op de borstkas — twee zulke tegengestelde verschijnselen als versnelling en verlangzaming van de ademhaling kan teweegbrengen.

Wat geschiedt er, heel algemeen genomen, als de kat sneller gaat ademen onder de invloed van druk op zijn borstkas?

We hebben het reeds gezegd: de tussenpozen na de uitademing worden ingekort, de dalen der krommen toegespitst, d.w.z. er wordt vroeger dan gewoonlik het geval pleegt te zijn 'n zenuwimpuls voor de inademing wakker geroepen.

De kat ademt in. Blijft nu de druk ook tijdens de inademing dóórwerken, dan schijnt het niet ongerijmd te veronderstellen, dat door dezelfde druk, die het begin van de inademing opwekte, ook verder impulsen voor die inademing zullen worden uitgenodigd.

Want, wat geschiedt er als de kat langzamer ademt onder invloed van druk op zijn borstkas? De inademing word zeer in de lengte uitgerekt, d.w.z. er vloeit, door de druk op de borstkas gevoed, 'n vóórtdurende stroom van impulsen voor de inademing naar het daarvoor geschikte bewegingsapparaat. De sluizen zijn als 't ware opengetrokken.

Het zijn dus zowel in het ene als in het andere geval impulsen voor inademing, die onder invloed van het drukken werkzaam worden. Van de graad van hun sterkte zal het afhangen of ze een versnelling of verlangzaming van de ademhaling zullen teweegbrengen.

De schijnbare tegenstrijdigheid van 'n versnelling en 'n verlangzaming door een en dezelfde oorzaak, vindt zijn eenvoudige verklaring daarin, dat de ademhaling 'n omkerende, 'n slingerbeweging voorstelt. Dezelfde kracht die bij het ene omkeer-punt 'n versnelling opwekt, moet noodwendig, als hij blijft inwerken, bij het andere 'n vertraging te voorschijn roepen. De tegenstrijdigheid van werking berust hier niet op 'n tegenstelling in beginsel.

Zo heel eenvoudig is het echter met de ademhalingsbewegingen niet gesteld.

Bezien we weer Fig. 3, dan vinden we, dat daar, waar de ademhaling tijdens de druk-proef sneller begint te worden, de inademingstoppen òf niet wezenlik tegenover de normale veranderd schijnen, òf zelfs later iets ingekort zijn. Nu moet ik er echter direkt bijvoegen dat we die inkorting van de inademing buitengewoon zelden waarnemen, en als die voorkomt, treffen we het meestal tegen het eind van 'n langdurige druk-proef aan. Welke faktoren daarbij in het spel zijn, valt hier moeilik te

beoordelen. Want om hierin tot 'n juist begrip te geraken zouden eerst de volgende vragen, verband houdend met het vraagstuk van de overgang van inademing naar uitademing, 'n onomstootbaar antwoord verlangen:

a) zijn het remmingsimpulsen die de inademing tot stilstand brengen, en komt eerst daarna de inademing tot stand door afferente uitademingsimpulsen die het ademcentrum prikkelen? of tewel:

b) zijn het dezelfde impulsen die de inademing remmen en de uitademing te voorschijn roepen?

c) Wekt de ontplooing van de longen (inademing) alleen uitademingsimpulsen op, en komt dus de inademing vanzelf tot stilstand omdat de prikkels daarvoor gaan ontbreken?

Het schijnt nu wel vast te staan, dat ook de uitademing aktief gaat. Wanneer nu bij de druk-proef de inademing uitgerekt wordt, kan de oorzaak daarvan dus zijn:

1) omdat de inademingsimpulsen versterkt zijn, of
2) omdat de inademing minder geremd wordt, en
3) omdat uitademingsimpulsen voorloopig ontbreken, of te zwak zijn.

Het is mij onmogelik hier 'n keuze te wagen.

VI. Scheiding van versnelling en verlangzaming der ademhaling.

Nu we weten, dat, 1. de versnelling der ademhaling bij drukken op de borstkas tot stand komt door een inkorting van de tussenpozen na de uitademing, en 2. de verlangzaming optreedt door uitrekking van de inademingstoppen, kunnen we elk van deze verschijnselen, om het zo uit te drukken, isoleren, zodat de ademhaling in het biezondere geval alleen de invloed van het ene uitgezonderde verschijnsel vertoont, b.v. 1) de versnelling van de ademhaling door herhaald telkens zo spoedig mogelik na de uitademing en alleen tijdens de uitademingstussenpozen op de borstkas te drukken, terwijl de inademing vrij wordt ge-

laten; 2) de verlangzaming, door alleen tijdens de inademing druk op de borstkas uit te oefenen.

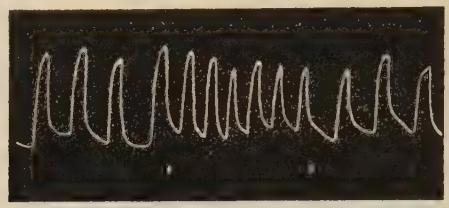

Fig. 8. (Sthetograaf-opschr.)

Versnelling van de ademhaling (7 middelste krommen) door herhaald eventjes te drukken op de borstkas telkens alleen direkt na de uitademing.

Fig. 8 toont ons de versnelling van de ademhaling door herhaald drukken op de borstkas alleen tijdens de uitademingspausen. De krommen vertonen hier gedurende de druk-proeven sterk

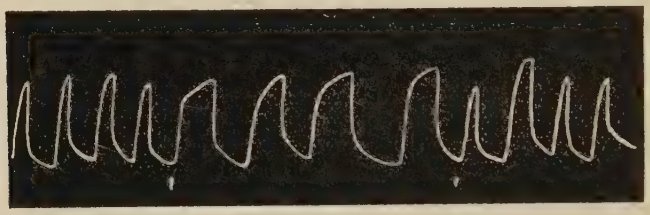

Fig. 9. (Sthetograaf-opschr.)

Vertraging van de ademh. (4 middelste krommen) door herhaald drukken op de borstkas alleen tijdens de inademing. De tussenpozen na de uitademing blijven hier onveranderd of zijn zelfs iets langer.

Ritme: 3 verlangzaamd = ± 5 norm.

ingekorte uitademingspausen. Dan volgt de inademing. De borstkas wordt nu vrijgelaten. Daarop vindt, in dit geval, de overgang van inademing naar uitademing iets sneller dan in de krommen van de normale ademhaling plaats.

Tijdens de uitademingspausen is de kat soms buitengewoon gevoelig voor druk op de borstkas. Vooral wanneer de kat heel langzaam ademt, kan de lichtste druk dikwels voldoende zijn om 'n inademing op te wekken. Zo kon ik bij een kat met zeer

lange uitademingstussenpozen (Fig. 10) willekeurig ademhalingsbewegingen

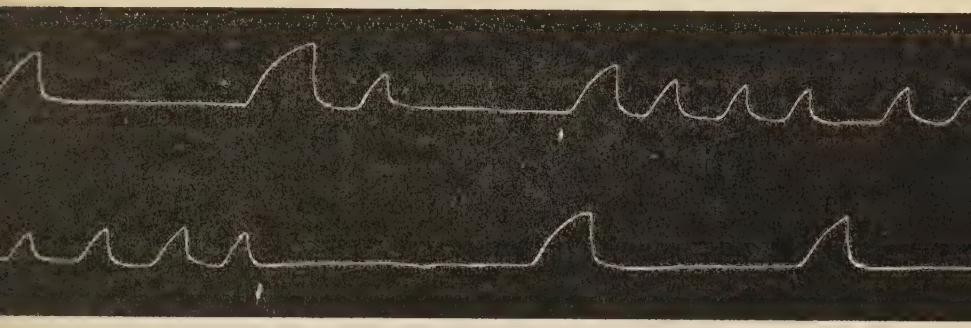

Fig. 10. Tamboeropschrijving.
Versnelling van de ademhaling door drukken op de borstkas tijdens uitademingspausen.
Onderste kromme sluit bij bovenste aan.

te voorschijn roepen en de ademhaling aldus belangrijk versnellen (tussen de merkjes op de kurven).

Dan heb ik ook met proefkatten gewerkt die zoo buitengemeen slecht ademden, dat ze weldra gestorven zouden zijn, als ik niet telkens, door even op de borstkas te drukken, 'n inademing had opgewekt. We zouden hier dus kunnen spreken van „reflektoriese kunstmatige ademhaling".

In Fig. 9 zien we hoe de ademhaling langzamer wordt, wanneer we alleen tijdens de inademingsperiode druk op de borstkas uitoefenen. De inademingstoppen zijn sterk uitgerekt, en in dit geval duren ook de uitademingstussenpozen iets langer dan bij de normale ademhaling. Deze verlenging van de uitademingstussenpozen vormt echter geen regel. Het gebeurt vaak genoeg dat ze even lang of zelfs iets korter zijn dan in de kurven van de normale ademhaling.

De krommen tijdens de druk-proef schijnen hier iets groter te zijn dan de gemiddelde van de gewone ademhaling. Dit kan echter een fout van onze wijze van opschrijving zijn. Toch had ik bij deze druk-proeven voortdurend de indruk dat de ademhaling dieper werd, 'n grotere luchtverplaatsing plaats greep. Om dit zeker te stellen, liet ik de kat uit 'n grote fles ademen, die met de luchtvolumen-opschrijver van GAD verbonden was.

De zij-opening van het glazen luchtpijpbuisje werd nu dichtgedrukt en de opschrijver van GAD teekende aan hoeveel lucht ingeademd werd zonder en met druk op de borstkas. Bij een proefkat daalde in de regel de schrijver dieper als er druk op de borstkas werd uitgeoefend. De uitrekking van de inademing kwam ook hier duidelik voor den dag.

Bij 'n ander bleef de luchtverplaatsing gelijk of was iets minder tijdens de druk-proef. Deze kat echter, die geen duidelike uitrekking van de inademing bij druk op de borstkas vertoonde, had 'n bloeding in de achterhoofdsholte gekregen, die storend op de medulla obl. drukte, zooals uit de onregelmatige ademhaling bleek.

VII. Verschillende omstandigheden van proefneming die het drukproef-verschijnsel, al of niet beinvloeden.

1) We weten dat door passieve luchting van de longen apnoea kan veroorzaakt worden. De vroegere opvatting hierover was, dat het bloed te rijk wordt aan zuurstof en te weinig koolzuur bevat, door welke laatste stof de prikkelbaarheid van het ademhalingscentrum zou worden in stand gehouden. De invloed van O werd zeker overschat, maar het CO_2-gehalte schijnt van veel belang. Ook de wijze waarop deze kunstmatige apnoea door de druk-proef wordt beinvloed, pleit voor een minder prikkelbaar zijn der ademhalingskernen tijdens de apnoea. Weliswaar kan ik reeds zeer spoedig na de beeindiging van de passieve positieve ventilatie, ademhalingsbewegingen door drukken op de borstkas opwekken, (zie Fig. 12) de eerste hiervan zijn echter uiterst oppervlakkig en uitsluitend diaphragmaal. Geleidelik worden de uitslagen groter. Door drukken op de borstkas kunnen we dus de duur van de kuustmatige apnoea belangrijk verkorten; de graad van prikkelbaarheid van het ademhalings-centrum is echter niet van dien aard, dat het met normale flinke ademhalingsbewegingen daarop kan reageren.

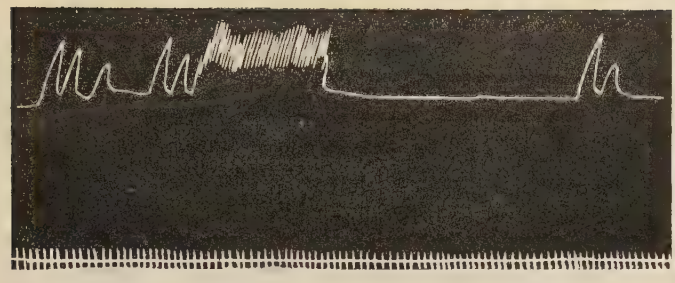

Fig. 11.
Apnoea door positieve passieve luchting van de longen (20 sek). Proefkat in rust gelaten. Let op het ademhalingstiepe van deze proefkat. 3 uren lang behield hij deze groepen van 2, afgewisseld nu en dan door 'n groepje van 3 of meer. (Vergelijk ook Fig. 12). De 2e ademh. was bijna altijd zuiver diaphragmaal. Tijd in sek. (Sthetograafopschr.)

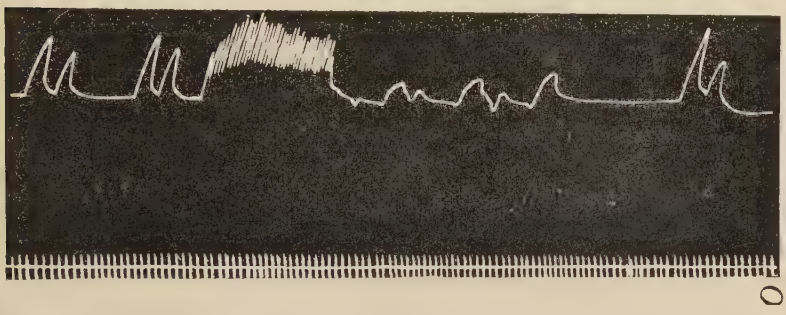

Fig. 12.
Apnoea als voren. Kort daarna onderbroken door drukken op de borstkas. De Sthetograaf stond op de borstkas, vandaar de kleine dalende lijn vóór de inademing, 'n gevolg van het drukken. Zie Fig. 12 ter vergelijking. Tijd in sek. (Sthetograafopschr.)

Deze ademhalingsstilstand berust dus op een minder prikkelbaar zijn der ademhalingskernen, waarschijnlijk tengevolge van een te laag gehalte aan CO_2 in het bloed. Daartegenover bestaat er echter een ademhalingsstilstand tengevolge van overwerking, of wellicht, door remming. We hebben er reeds op gewezen hoe de onthersende kat dikwels uit eigen beweging, soms na korte krachtige druk op de borstkas, en vaak na 'n langdurige konstante druk-proef, één zeer diepe ademhaling volvoert, om daarna een vrij lange uitademingsrustpoos door te maken, waarna dan de eerste inademing niet de gewone diepte haalt. Het is niet aan te nemen, dat die ene diepe ademhaling zo spoedig daarna reeds een tekort aan koolzuur in het bloed rondom het

ademcentrum had veroorzaakt. Meer voor de hand ligt de veronderstelling, dat het ademcentrum, door het uitzenden van 'n bovenmatig krachtig inademingsimpuls, voor 'n poosje vermoeid en minder prikkelbaar is geworden. De door het samenvallen van de longen opgewekte afferente impulsen, die de boodschap voor de volgende inademing moeten overbrengen, zouden geen tijdig verhoor vinden.

Deze verklaring echter, die de ademhalingsstilstand op overwerking, vermoeienis, wil gronden, valt weer in duigen tegenover het feit dat dezelfde apnoea ook tot stand kan worden gebracht door de longen kunstmatig, een enkelen keer, flink op te blazen. Hier kan er geen sprake zijn van een ontlading van impulsen uit het ademcentrum, tengevolge waarvan het laatste vermoeid kon zijn geraakt. Integendeel het ademcentrum werd 'n zodanige ontlading bespaard. We kunnen hier, in een poging om tot 'n verklaring te komen, slechts denken, dat door de uitrekking der longen zenuwimpulsen naar het ademcentrum vloeien, die een remmende invloed op zijn werkzaamheid uitoefenen.

LUCIANI e.a. hebben aangetoond dat doorsnijding van de Vagi, apnoea bij vogels onderbreekt. Maar nu doet het geval zich voor, dat dikwels, na 'n enkele krachtige inblazing van lucht in de longen, onmiddelik daarna een of meer kleine kort op elkaar volgende ademhalingsbewegingen, afkomstig van het middenrif, zich aansluiten. Daarna eerst komt de apnoea voor den dag. (zie fig. 13). De krachtige uitrekking der longen leidde dus hier tot 'n resultaat ogenschijnlijk volmaakt tegenstrijdig met onze vorige verklaring omtrent de remming van het ademcentrum. Of zouden we in dit geval aan mechaniese prikkeling van het middenrif moeten denken? Zo niet, dan blijft de mogelikheid over, dat door die wellicht al te krachtige intrekking der longen twee soorten van Vagusvezels werden geprikkeld, de ene overwegend met zijn prikkels in het begin en leidend tot inademing, terwijl de tweede daarna zijn overwicht en remmende werking openbaart.

De idee dezer dubbele werking van remming en aanzetting in de Vagus schijnt mij ook, bij 'n vergelijking van de resultaten, die tijdens kunstmatige apnoea, enerzijds op de doorsnijding van de Vagi, (LUCIANI) anderzijds, bij intakte Vagi, op de druk-proef

volgen, duidelik in de geest te lichten. Doorsnijding van de Vagi heft de remming op, de ademstilstand wordt onderbroken. De druk-proef prikkelt de Vagus, en het resultaat is van gelijken aard.

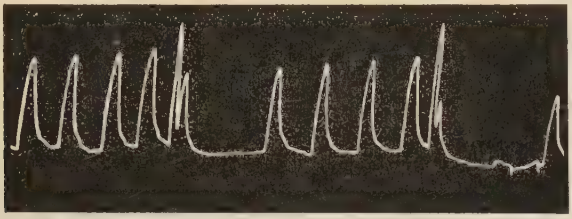

Fig. 13
Oppervlakkige inademing (diaphragmaal) na krachtige inblazing van lucht in de longen (hoge krommen.) Eerst daarna volgt de apnoea.

Ook wanneer we een aktieve versnelling van de ademhaling bewerkstelligen, door herhaald geruimen tijd lang, telkens direkt na de uitademing op de borstkas te drukken, kunnen we een zekere mate van ademhalingsstilstand of althans van verminderde prikkelbaarheid der ademhalingskernen te voorschijn roepen. Fig. 14 doet ons zien hoe deze verminderde prikkelbaarheid na vaak herhaalde druk-proeven ook dan verschijnt, wanneer de ademhaling door deze druk-proeven niet belangrijk of in het geheel niet versneld is geworden. We vragen ons af op hier toch 'n overventilatie heeft plaats gevonden, dan wel of er sprake is van vermoeienis of remming. Het antwoord is moeilik te geven.

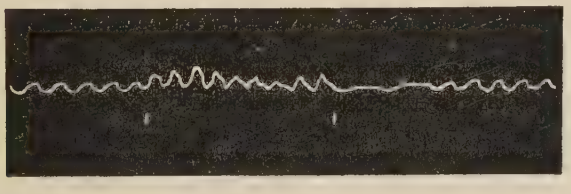

Fig. 14.
Er volgt na herhaald drukken op de borstkas, telkens na de uitademing, een toestand van verlangzaamde ademhaling met verminderde uitslagen en uitgerekte inademingstoppen, en dat zelfs wanneer, zooals hier het geval is, de ademhaling daardoor niet versneld is geworden.

2) Wanneer men de gedecerebreerde kat laat slikken, volgt er, zooals bekend, regelmatig 'n korte stilstand van de ademhaling in uitademingstoestand. Deze apnoea onderdrukt gewoonlik een ademhalingsbeweging. In enkele gevallen duurt

de ademhalingsstilstand langer. Door nu op de borstkas te drukken direkt nadat de kat geslikt had, kon ik dikwels deze apnoea onderbreken, en de volgende ademhaling vroeger dan gewoonlik doen verschijnen.

3) Dikwels gebeurt het dat de kat vanzelf, of na een druk-proef, een diepe inademing, — in de gewone omgang zouden we van 'n zucht spreken — uitvoert. Daarop volgt dan gewoonlik ook 'n poosje van apnoea. Geleidelik komen de ademhalingsbewegingen, oppervlakkig beginnend, weer terug. Ook hier weer kon ik door drukken op de borstkas de apnoea onderbreken, en gewoonlik bereikte dan de eerste inademing al de normale hoogte.

4. Toen ik eens bij 'n proefkat (gedecerebreerd) bezig was, om door 'n opening in de buikwand de bewegingen van het middenrif met mijn vinger te onderzoeken, werd door de prikkeling van het buikvlies 'n krachtig braakrefleks opgewekt. De tong werd herhaaldelik naar voren gestoten, de buik samengetrokken, de kat kromde zich, en onder begeleiding van opborrelend vocht werd 'n kleine hoeveelheid vloeistof naar buiten geperst, terwijl de kat op de karakteristieke wijze met zijn kop schudde. Gedurende deze gebeurtenis en ook nog lang daarna bleef de ademhaling in uitademingstoestand stilstaan. Behalve op het hoogtepunt van de braakrefleks, kon ik door drukken op de borstkas feitelik naar willekeur inademingsbewegingen opwekken. En door telkens na de uitademing direkt weer te drukken, kon ik 'n zeer opvallende versnelling van de ademhaling bewerkstelligen.

Met mijn vinger tegen het middenrif kon ik duidelik waarnemen, hoe, telkens als ik op de borstkas drukte, de vóór-einden van de onderste lange ribben tegen het diaphragma waren te voelen. In het biezondere geval was hiervoor zeer middelmatige druk reeds voldoende.

5) Onder diepe verdoving met aether of chloroform, blijft de druk-proef zonder uitwerking op de ademhaling.

De proefkat blijft dan, ook tijdens het drukken op de borstkas, rustig in dezelfde maat doorademen.

In de vroege stadia van narkose vóór de onthersening, kan drukken op de borstkas een uitrekking van de inademing teweeg brengen.

6) Mg SO_4 ($M/_4$) in de bloedsbaan gebracht, doet het druk-proef-verschijnsel van de ademhaling verdwijnen, wanneer de verdoving zo diep geworden is, dat de kniepeesrefleksen niet meer op te wekken zijn. De ademhaling gaat regelmatig door.
7) In enkele gevallen, doch heel zelden, gebeurt het dat de ademhaling van de kat, zonder dat er opvallende invloeden gewerkt hebben, ongevoelig blijft voor druk op de borstkas.
8) Wanneer men gedurende de tijd, dat de inademing, onder invloed van de druk-proef, op zijn hoogste punt wordt vastgehouden, of, om het in de taal van de opschrijver uit te drukken, tot afgeplatte inademingstoppen wordt uitgerekt, lucht in de longen blaast, vindt er onmiddelik een onderbreking van deze toniese inademingskontraktie plaats: de uitademing valt in.

   De oude proef van HERING en BREUER heeft dus ook hier zijn uitwerking.
9) Knijpen we, tijdens de uitademing, het luchtpijp-buisje dicht, dan antwoordt, zooals HERING en BREUER reeds in 1868 aangetoond hebben, het uitademingswerktuig met een krachtige langdurige samentrekking. Het is mij niet gelukt deze uitademingstetanus, door drukken op de borstkas, te onderbreken.

VIII. Gewijzigde proefneming.

1) Gewoonlik voerde ik de druk-proef uit terwijl de kat in zijligging was. Door slechts met een of twee vingers te drukken, kon ik nu vaststellen dat druk op de borstkas, vooral op en in de omgeving van het gebied waar men het hart ziet of voelt kloppen, buitengemeen gemakkelik ademhalingsbewegingen kan opwekken. In bepaalde gevallen was het verschil wanneer men drukte op de borstkas dichterbij de wervelkolom of in het pasbeschreven gebied van de „hartstreek", opvallend duidelik, ja, soms bleek druk op de borstkas dichtbij de wervelkolom zonder uitwerking, terwijl heel lichte druk op de borstkas, in de hartstreek zeer prompt door 'n inademing werd gevolgd.

Ook dorsoventrale samendrukking van de borstkas was in staat om 'n ademhalingsbeweging te voorschijn te roepen. Hier echter al veel moeiliker als onder de gewone omstandigheden van proefneming.

In gevallen waar de ademhaling zeer gevoelig was, kon ook druk op de buik het drukproef-verschijnsel uitlokken.

2) Druk op het middenrif met de vinger door 'n opening in de buikwand, gaf geen biezonder resultaat, behalve, wanneer het voorkomt bij de reeds beschreven braakrefleks waardoor, sekundair, de ademhaling geremd werd.

3) Heffen van de borstkas door middel van 'n garendraad, die onder 'n rib was doorgevoerd, leverde geen biezondere verschijnselen op.

4) Het inblazen van lucht in de pleura-holte, door 'n opening in de borstkas, gaf regelmatig 'n heftige langdurige inademingsbeweging, die ook nadat de lucht weer was uitgezogen, nog geruime tijd bleef voortbestaan. Na verloop van enige minuten keerde de ritmiese ademhaling weer terug. Het opnieuw inblazen van lucht maakte de ademhaling weer voor korte tijd onregelmatig. Het bleek echter dat daarna bij 'n zekere druk de ademhaling de grootste snelheid had, terwijl nu zowel het inblazen van meer lucht, als het uitzuigen en dus vermindering van de druk, de ademhaling langzamer deed worden. Deze verlangzaming komt hoofdzakelik daardoor tot stand dat de tussenpozen na de uitademing, die bij midden-druk ingekort zijn, weer terugkeren. (Zie Fig. 15).

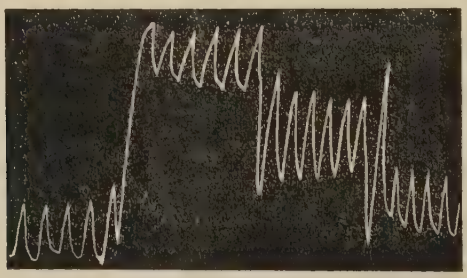

Fig. 15.
Ademhaling bij verschillende graden van pneumothorax. De hoogste krommen bij hoge luchtdruk in de pleuraholte, de laagste, wanneer de lucht uitgezogen was. Daartusschen bij midden-druk, versnelling van de ademh.

Trachten we nu deze laatste verschijnselen te verklaren, dan zijn we genoodzaakt om aan te nemen dat, bij het begin van pneumothorax, niet alleen door het samenvallen van de long, maar ook van de longvliezen uit, wellicht door de eerste aanraking met lucht, het ademcentrum in een heftige prikkelingstoestand gebracht wordt. Werd deze inademingstetanus alleen door het samenvallen van de long veroorzaakt, dan zou het onverstaanbaar zijn, waarom die krampachtige inademingstoestand voort bleef bestaan, ook na dat de lucht weer uit de pleura-holte was gezogen. Na enige tijd echter schijnt het ademhalingscentrum zich aan de nieuwe omstandigheden aan te passen. De ademhaling wordt weer regelmatig. De samengevallene long wordt als 't ware uitgeschakeld. [1])

Maar ook de volle ontplooing van de long kan de ademhaling nu weinig veranderen, deze toestand zou overigens met de normale overeenstemmen. Wordt de long echter toegelaten om zich halverwege te ontplooien, dan funktioneert hij als middelaar om de ademhaling naar de uitwendige omstandigheden te helpen regelen. Het inkorten van de tussenpozen na de uitademing berust hier zeer waarschijnlik op het vroeger en sterker samenvallen van deze long tijdens de uitademing. Daardoor zouden dan ritmies vervroegde inademingsimpulsen worden opgewekt. Wanneer de long volkomen samengevallen is, ontbreekt zijn ritmiese werking, en daarmee zou het ontbreken van de inkorting der tussenpozen na de uitademing verklaard zijn.

5) De bij onthersende katten optredende stijfheid der ledematen (decerebrate rigidity) zou volgens de opvatting van SHERRINGTON (25) niets anders zijn dan 'n houdingsrefleks (postural reflex) en meer bepaald 'n staan-refleks.

MAGNUS en de KLEIJN (26) vonden dat de stand van de nek tenopzichte van de romp invloed had op de ontherseningsstijfheid. Werd de nek b.v. achterover gebogen dan verminderde de stijfheid in de achterpoten, terwijl die in de voorste ledematen belangrijk vermeerderde.

---

[1]) Vergelijk LOEWY'S experiment, waarbij atelektase van de long werd teweeggebracht.

Terloops zij hier opgemerkt, dat ook de omgekeerde refleks mogelik is: duwt men namelik de gestrekte voorpoten tegen het lichaam, zodat er 'n zekere druk op de schouderblad-gewrichten wordt uitgeoefend, (precies het geval dat de kat stond en met het gewicht van zijn lichaam deze gewrichten en poten belastte,) dan zien we de nek van de kat achterover buigen, terwijl de voorpoten intussen nog stijver worden.

SHERRINGTON verklaarde ook de door MAGNUS en de KLEIJN beschreven verschijnselen als houdingsrefleksen. Wanneer de kat bij het achterover-buigen van zijn nek de voorpoten uitstrekt en de achterste ledematen doet verslappen, zou dat overeenstemmen met de houding van 'n kat die naar iets in de hoogte keek.

Van deze opvatting uitgaande, leek het mij belangrijk na te gaan wat er met de ademhaling gebeurde, als men de kat in de houding bracht van een die zich, bij gebrek aan bezielenden arbeid, genoegelik uitrekte.

Indien iets, zo scheen me dit uitrekken, evenals het gapen, 'n zuivere refleks te zijn. We weten dat daarbij de kat, net als de mens, zijn rug krachtig lordoties kromt, de kop stevig naar achteren werpt, de voorpoten stijf naar voren strekt (de mens zij-waarts) en de adem ophoudt. Van al de verschijnselen dezer houding boezemde mij, in dit verband, alleen het laatst genoemde biezondere belangstelling in. En inderdaad bleek het nu, dat de kat, in de karakteristieke uitrek-houding gebracht, zijn adem voor geruime tijd inhield, en wel in 'n toestand van inademing.

De onthersende kat nam, nadat hij in deze houding was gebracht, aktief daaraan deel.

De tegenovergestelde houding, waarbij de rug sterk naar boven (kyphoties) gekromd is, zodat buik en borstkas tussen de vier ledematen worden samengedrukt (de houding — nemen we aan — van een kat, die boos is;) deed bij een van mijn proefkatten 'n duidelike versnelling van de ademhaling ontstaan. Het is mij niet bekend of de vechtlustige kat sneller dan gewoonlik ademt. We behoeven hier echter niet noodzakelikerwijze 'n houdingsrefleks van de ademhaling te veronderstellen. Het eenvoudige samendrukken van borstkas

en buik tussen de twee paren van ledematen, mag, in dit geval, reeds voldoende oorzaak zijn van de versnelling der ademhaling. Volledigheidshalve zij nog vermeld dat de laatstgenoemde houding ook voorkomt als opvolger van de uitrekhouding.

Moeiliker staat het met de verklaring van de ademhalingsstilstand bij de kat die verondersteld wordt zich uit te rekken. Ook hier vindt, door de uitrekking van het lichaam, 'n verkleining van de ruimte van borstkas en buik plaats. Er werken dus krachten die, wat het volumen van borstkas en buik aangaat, dezelfde uitwerking hebben, als door drukken op deze lichaamsdelen zou zijn ontstaan.

Er blijft dus de vraag, of we hier niet te doen hebben met de gewone uitrekking van de inademing door drukken op de borstkas.

IX. Verband tussen de druk-proef en de proeven van Hering en Breuer.

Verschillende vragen dringen zich aan ons op, wanneer we de drukproef-verschijnselen bezien in het licht van andere feiten op het gebied van de physiologie der ademhaling, in het biezonder in die door HERING & BREUER (13) in 't jaar 1868 vastgesteld. Ik herhaal korteliks de hoofdfeiten, waar het voor ons, in dit verband, voornamelik op aan komt.

1) Uitzuigen van lucht uit de longen tijdens de uitademingsperiode veroorzaakt inademing. (Zie Fig. 16)

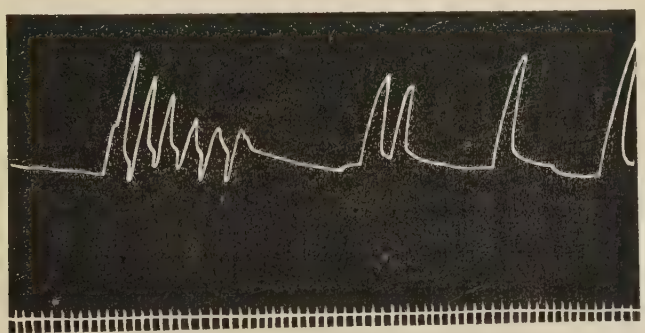

Fig. 16. (Sthetograafopschr.
De eerste groep van krommen vertonen inademhalingsbewegingen, opgewekt door telkens na de uitademing, lucht uit de longen te zuigen, zoals de onderste takken van de neerdalende lijnen, aantonen. De krommen naar rechts geven het gewone ritme van de ademhaling bij deze proefkat aan. (Tijd in sek.)

2) Inblazen van lucht in de longen tijdens de inademing laat de uitademing invallen.
3) Dichtdrukken van het luchtpijp-buisje tijdens de inademing doet een langdurige inademingskontraktie ontstaan. (Fig. 17)

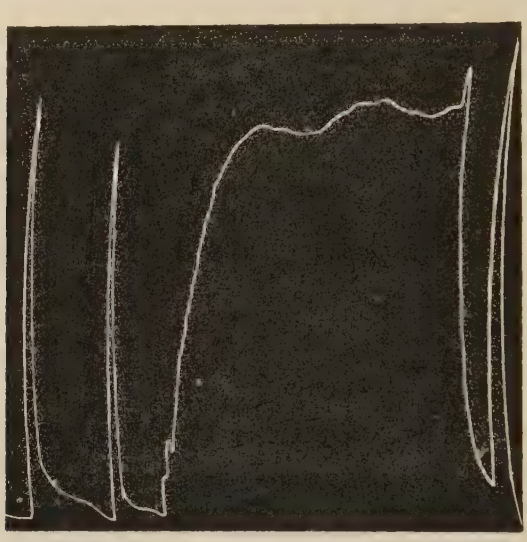

Fig. 17.
Langdurige inademing door het dichtdrukken van het luchtpijpbuisje tijdens inademing. (Sthetograaf-opschr.)

4) Dichtdrukken van het luchtpijp-buisje tijdens de uitademing wordt door 'n uitademingstetanus gevolgd.

Waar nu de eerstgenoemde proef uit de onderzoekingen van HERING en BREUER dezelfde uitwerking bereikt als wij door middel van de druk-proef na de uitademing verkrijgen, komt de vraag bij ons op of we hier met verschijnselen te doen hebben die in wezen gelijk zijn en op gelijken grondslag berusten.

Het is mij niet mogelik hierop 'n afdoend antwoord te geven. Ik wil slechts op de kleine verschillen in de aard der beide proeven opmerkzaam maken en daaraan mijn vermoeden vastknopen.

1. Wat gebeurt er als we lucht uit de longen zuigen? We zien het voor onze ogen gebeuren:
   a. de borstkas wordt ingetrokken, de longen vallen samen en wat het verdere betreft, geeft de vraagstelling reeds het antwoord:

b. er vindt 'n luchtverdunning, 'n drukverlaging in de longen plaats.

2. Wat geschiedt er als we op de borstkas drukken? (tijdens de uitademingsperiode).

a. De borstkas wordt ingedrukt, de longeninhoud wordt verminderd.

b. Er komt 'n geringe luchtverdichting, 'n drukverhoging in de longen tot stand.

In beide proeven komen dus de onder *a*) genoemde gevolgen tennaastebij overeen. Tennaastebij slechts, omdat lokale druk op 'n boloppervlak tenslotte toch nog heel wat verschilt van 'n gelijkmatig-verdeelde kracht, zooals die door zuigen van binnenuit werkt. Echter, het is in beide proeven ongeveer hetzelfde deel van de borstkas, dat meegeeft.

Vergelijken we nu de onder *b*) beschreven gevolgen in de beide gevallen, dan treft ons de volmaakte tegenstelling.

Dan zijn er nog enkele andere aanduidingen die ons kunnen leiden tot de opvatting, dat de twee proeven van elkaar wezenlik verschillen en zelfs onderscheidene aangrijpingspunten hebben.

Het heeft mij in vele gevallen getroffen, hoe buitengewoon gevoelig de ademhaling van de proefkat voor druk op de borstkas was. 'n Gewichtje van 100 gram was dikwels voldoende om 'n ademhalingsbeweging op te wekken. En we zullen moeten toegeven dat zulk 'n geringe druk geen onevenredige verkleining van de borstkas, die toch 'n zekere maat van elastiese weerstand biedt, zal kunnen bewerken.

Daartegenover, bij het uitzuigen van lucht uit de longen zien we de borstkas dikwels zeer merkbaar inzinken, zonder dat de verwachte inademing volgt. Komt die echter tot stand, dan schijnt in de gevolgrijke gevallen de inademing iets spoediger op het uitzuigen van lucht als op de druk-proef te volgen.

Ondanks deze feiten en de gedeeltelijke tegenstelling in de aard der beide proeven, is het toch niet buitengesloten dat ze op dezelfde grondstag berusten.

Als de ademhaling, de graad van verkleining van de borstkas als maatstaf nemend, werkelik, zooals ik vermoed, soms gevoe-

liger blijkt voor de druk-proef dan voor het uitzuigen van lucht uit de longen, zouden we dat kunnen verklaren uit de lokale werking van de eerstgenoemde proef. 'n Gelijke kracht, als die van de lichtste druk, die voldoende is om 'n ademhalingsbeweging op te wekken, zou, als het door luchtuitzuigen wordt toegepast, zich over het gehele oppervlak van beide longen verdelen, en dus bij lange na niet die graad van samenvalling der longen bereiken, als door de lokale druk ter plaatse werd veroorzaakt.

In het geval van de druk-proef zouden de prikkels voor de inademing, aangenomen dat die, ook hier, in de longen hun ontstaan vinden, meer plaatselik worden opgewekt.

Bij de proef van HERING en BREUER zouden die verspreid over de beide longen ontwaken.

Beschouwen we nu echter de inademingstoppen, dan wordt de vergelijking van het resultaat van de druk-proef, en de uitwerking van de derde proef van HERING en BREUER in ons lijstje (n.l. verhindering van de toetreding van lucht naar de longen), heel veel moeiliker.

Vooraf merken we op, dat deze proef van HERING en BREUER, waarbij het luchtpijpbuisje tijdens de inademing wordt dichtgedrukt, eigenlik maar 'n veranderde vorm van die is waarbij lucht uit de longen wordt gezogen. Om hetzelfde resultaat te bereiken als door het toesperren van de luchtpijp ontstaat, zou, bij opengelaten luchtwegen, tijdens de inademing vrij sterke zuigwerking moeten worden uitgeoefend om het instromen van lucht te verhinderen.

Zoals Fig. 17 ons deed zien, heeft deze proef van HERING en BREUER 'n lang-volgehouden inademingskontraktie als gevolg, en stemt dus, zover het resultaat gaat, overeen met dat, wat we door de druk-proef tijdens de inademing bereiken. (zie Fig. 5) Maar gaan we ontleden, dan komen weer groote verschillen in de aard der beide proeven voor de dag.

Wordt de toegang tot de luchtpijp afgesperd tijdens de inademing, dan komt er, door de krampachtige samentrekking der inademspieren, 'n sterke luchtverdunning (drukverlaging) in de longen tot stand. Tengevolge dezer luchtverdunning zullen de longblaasjes zich wel enigermate kunnen ontplooien. Ze bereiken

echter heel waarschijnlik niet die graad van verwijding, welke, onder de gewone omstandigheden, zou voldoen om de uitademing aan de gang te zetten.

Bij de druk-proef staat het anders. Als de inademingstop eenmaal bereikt is, en verder onder invloed van de druk-proef alleen maar tot 'n hoogvlak wordt uitgerekt, blijft de druk in de longen gelijk aan die van de buitenlucht, daar de inademing geen lucht meer verplaatst en longen en buitenlucht in open verbinding met elkaar staan.

Nu zou men kunnen denken dat, door de druk op de borstkas, de longen zich niet in die mate ontplooien, dat de inademing voor de uitademing plaats kan maken. Maar nu hebben we gevonden dat in sommige gevallen, onder invloed van de druk-proef, tijdens de inademing meer lucht in de longen wordt getrokken dan anderzins. De longblaasjes ondergaan dus een sterkere graad van ontplooing dan bij de gewone ademhaling nodig zou zijn om de uitademing te doen invallen. En toch duurt de ademhaling voort.

We zouden echter ook hier de plaatselikheid van inwerking bij de druk-proef te hulp kunnen roepen en zeggen: mag het ook waar zijn, dat er tijdens de druk-proef bij de inademing, somtijds meer lucht in de longen wordt gezogen, dat zou echter niet verhinderen dat daar, waar we de borstkas 'n weinig indrukken, nog altijd geen voldoende ontplooing van het longweefsel heeft plaats gegrepen, om de uitademing voor te bereiden.

Dan echter zou het toch merkwaardig zijn, dat, terwijl de overgrote meerderheid van longblaasjes zelfs iets sterker ontplooid worden dan bij de gewone inademing nodig zou zijn om de uitademing te wekken, het beperkte gebied, waar het longweefsel nog niet ten volle zijn maat van lucht heeft gezogen, zulk 'n stroom van prikkels naar de ademhalingskernen kan zenden, dat de inademing daardoor aan de gang werd gehouden.

Bij deze pogingen om de verschijnselen te doen rijmen, zijn we voortdurend van de opvatting, door HERING en BREUER geformuleerd, uitgegaan, dat ontplooing van de long uitademing, samenvalling van de long inademing zou uitlokken. Deze opvatting mag in 't algemeen waarheid bevatten, geldt echter alleen

voor de grenzen der ademhalingsbeweging, niet voor de gemeenschappelike weg die in- en uitademing beurtelings afleggen. Immers, wat, bij 'n zekere graad van ruimte-bedeling der longen, de aard en de werking zullen zijn van de zenuwstromen die door verdere ontplooing of door verder samenvallen naar boven vloeien, hangt geheel daarvan af of de ademhalingsbeweging de richting „in" of „uit" volgt.

Zo kan er dus, al naar de richting van de ademhalingsbeweging, bij precies dezelfde luchtinhoud der longen, de ene keer 'n toniese inademingskontraktie, de andere keer 'n uitademingstetanus voor de dag komen, als we de toegang naar de luchtpijp afsluiten.

Vóór we dit hoofdstuk sluiten, merken we nog op, dat de refleks, door R. DU BOIS-REYMOND en KATZENSTEIN beschreven, (zie, inleiding) precies het tegenovergestelde schijnt van hetgeen wij met de druk-proef bij katten bereiken.

Dàar, door samendrukking van de borstkas een vernauwing van de glottis (uitademing), hier, door de druk-proef, een inademingsbeweging.

Een direkte tegenstelling is echter ook hier niet aanwezig, daar de toesnoering van glottis en neusgaten gelijktijdig met, het inademingsverschijnsel echter als gevolg op, het samendrukken van de borstkas tot stand komt.

Het is mij niet gelukt 'n bepaald tijdsverloop, geldend voor alle gevallen, tussen het drukken op de borstkas en het optreden van de inademing vast te stellen.

Deze latente periode hangt geheel af van de graad der prikkelbaarheid van het ademcentrum. Bij sommige proefkatten was die vrij kort, bij andere langer, zonder dat er een bepaalde regelmaat was te bespeuren; alleen, — we merkten het reeds op, — vertoont het ademcentrum na een of andere heftige prikkeling, b.v. door een bloedige ingreep, vooral wanneer daarbij de long- of buik-Vagus werd gestimuleerd, 'n verhoogde prikkelbaarheid tegenover druk op de borstkas, en dientengevolge is dan de latente periode korter als voor de ingreep.

Maar verlaten we nu het veld van de zuivere beschouwing en zien we wat er op het gebied van de proefneming waar te nemen valt in dit verband.

Bij het zoeken naar

X. de Oorsprong en de Zenuwondergrond van het druk-proef-verschijnsel,

hebben we ons eerst te overtuigen dat het verschijnsel werkelik 'n refleks is.

Daartoe stellen we vast dat de bloeddruk wel ná de druk-proef, als die krachtig wordt toegepast, flink stijgt, tijdens die proef echter weinig verandert, soms iets daalt. Die geringe daling af en toe komt langzaam tevoorschijn, terwijl het drukproef-verschijnsel van de ademhaling prompt en direkt verschijnt. De bloeddruk heeft dus met het verschijnsel niets te maken.

Van de mechaniese werking van de druk-proef kan het verschijnsel al uit dien hoofde niet afhankelik zijn, dat de ademhalingsbeweging, die daardoor ontstaat, precies tegen die druk ingaat.

We moeten dus 'n zenuw-ondergrond zien te vinden. Hoe gevoelig de ademhalingskernen ook voor zekere uitwendige prikkels zijn, blijkt wel uit het volgende geval. De proefkat had gedurende enige uren zeer onregelmatig en langzaam geademd. Toen maakte ik 'n snede in de rechterzij van de borstkas en opende de pleuraholte. Er ontstond 'n heftige kramp van de inademspieren. Nu zoog ik de lucht weer uit de pleuraholte en trok huid en spieren zo over het gaatje in de borstkas heen, dat geen lucht naar binnen gezogen kon worden. Na 'n poosje verdween de inademingskramp en de kat begon weer gewoon te ademen maar nu heel regelmatig.

Tijdens de ingreep kon ik bemerken, hoe heftige huidprikkels, b.v. het steken met de mes in de huid, ook wanneer ik het zo deed dat daardoor geen druk op de borstkas werd uitgeoefend, bijwijlen 'n inademingsbeweging opwekte.

Overigens komen huidprikkels bij de druk-proef niet in het spel. Noch strelen noch knijpen had enig effekt op de ademhaling. (MARCKWALD vindt het bij onthersende konijnen anders.) En drukte men op de borstkas op 'n plaatsje, waar de huid weggesneden was, dan kwam het verschijnsel even goed voor de dag.

De eerste vraag was nu of de Vagus-zenuwen hun heerschappij ook op het gebied van het drukproef-verschijnsel uitstrekken. Om 'n antwoord op deze vraag te vinden, werden de Vagi beiderzijds in de halsstreek, even beneden de larynx, doorgesneden. Het

bekende langzame ritme met diepe adembewegingen volgde. Heel dikwels echter werd de ademhaling zo slecht, dat van vruchtbare proefneming geen sprake kon zijn. Alleen in een van deze gevallen kreeg de kat enkele malen telkens na het drukken op de borstkas 'n soort van snikbeweging, die hij vanzelf ook wel had, maar met langere tussenpozen. Dezelfde kat vertoonde ook dikwels bij het drukken op de borstkas 'n aktieve beweging van de buik, die echter moeielik te duiden was. Bij latere proeven, waar ook het ruggemerg beneden de Phrenicuskernen was doorgesneden, en ik, door 'n snede in de buik, met mijn vinger de bewegingen van het middenrif kon nagaan, bleek nu deze beweging van de buik uit de buikspieren afkomstig en een reflèks te zijn, die ontstaat, wanneer men flink op het onderste gedeelte van de borstkas drukt.

Van de gevallen, waarbij de ademhaling regelmatig bleef na doorsnijding van de Vagi, wezen enkele geen merkbare invloed van de druk-proef op de ademhaling aan. Andere vertoonden duidelike uitwerking.

Fig. 18 toont ons de ademhaling, met en zonder druk op de borstkas van 'n onthersende kat,

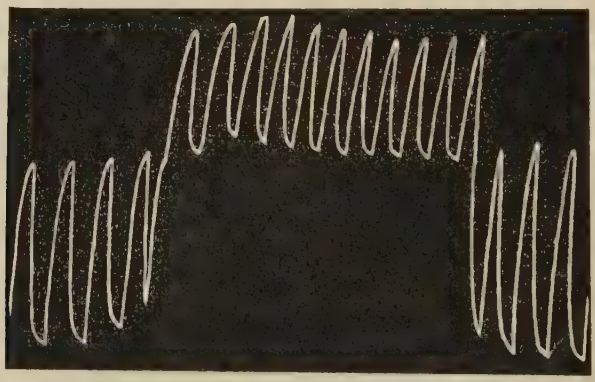

Fig. 18.
Versnelling van ademhaling door druk op borstkas nadat beide Nn. Vagi waren doorgesneden.

waarbij beide Nn. Vagi waren doorgesneden. Gedurende de tijd dat druk op de borstkas wordt uitgeoefend, is het ritme van ademhaling merkbaar sneller dan daarvóór en daarna.

Ook hier weer vindt die versnelling plaats tenkoste van de tussenpozen na de uitademing. Aan de inademingstoppen zijn in

deze figuur geen grote verschillen waar te nemen. Bij dezelfde proefkat werden echter ook kurven opgeschreven, waar een geringe uitrekking van de inademingstoppen tijdens de druk-proef waar te nemen viel. Deze kat vertoonde af en toe echter ook zonder dat er op zijn borstkas werd gedrukt, zo'n uitrekking van de inademing. Wanneer we evenwel Fig. 19 beschouwen, kunnen we moeilik aan toeval denken, als we zien dat, op een na, alle krommen tijdens de druk-proef 'n uitgerekte inademingstop bezitten, terwijl iets dergeliks direkt vóór en onmiddelik daarna ontbreekt.

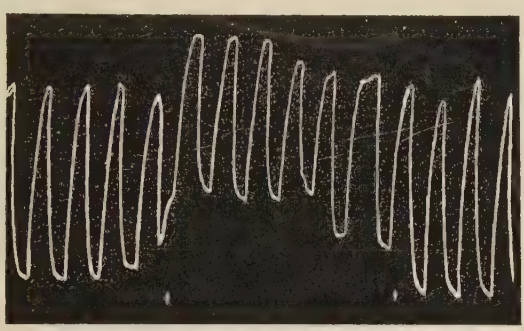

Fig. 19. (Sthetograafopschrijving)
Uitrekking van de inademingstoppen tijdens de druk-proef
Beide Nn. Vagi doorgesneden.

De karakteristieke vorm van de ademhalings-krommen komt dus ook na doorsnijding van de Vagus-zenuwen voor de dag, maar in veel mindere mate en lang niet zo tekenend als tevoren. Vergelijk b.v. Fig. 20, nog steeds bij dezelfde kat opgeschreven, maar nu, nadat slechts de linker Vagus was doorgesneden.

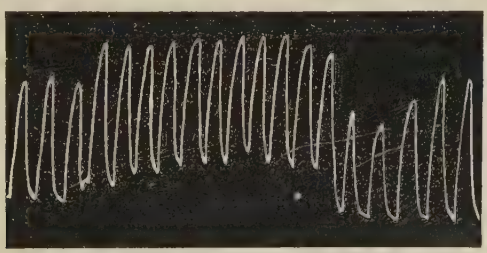

Fig. 20. (Sthetograaf-opschrijving).
N. Vag. sin. alleen doorgesneden. Versnelling van ademh. Karakteristieke vorm der krommen.

Hier zijn alle eigenschappen der ademhalingskrommen, zoals we die tijdens een druk-proef hebben leren kennen, nog duidelik uitgesproken.

Opvallender dan in de krommen van Fig. 19 en 20, vinden we de invloed van druk op de borstkas, na doorsnijding van beide Vagi, in Fig. 21 opgeschreven.

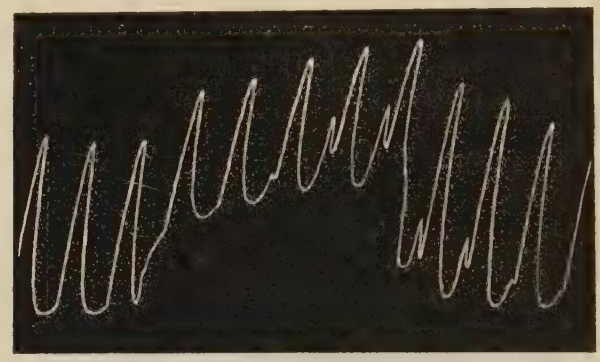

Fig. 21. (Sthetograaf-opschrijving).
Beide Vagi doorgesneden. Door drukken op de borstkas valt de inademing in twee toppen uiteen. Dit verschijnsel verdwijnt geleidelik na de druk-proef.

De krommen vallen hier, tijdens de inademing, in twee toppen uiteen. De eerste top verschijnt geleidelik, klein beginnend, en stijgt tijdens de druk-proef snel aan, om, als deze langer duurt, de tweede top zelfs over het hoofd te groeien (zie Fig. 22).

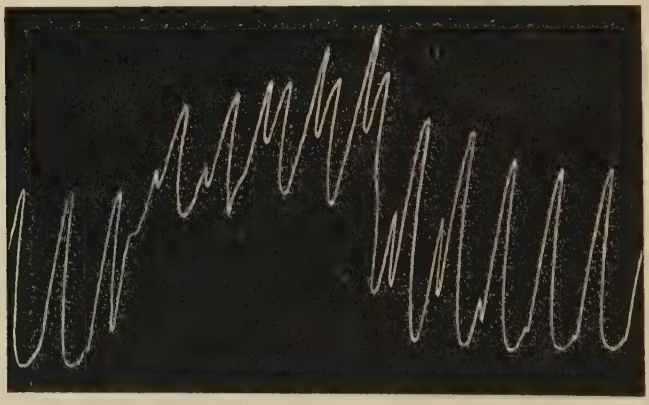

Fig. 22
Onder dezelfde omstandigheden als Fig. 21. Eerste inademingstop word hoger als de tweede.

In deze laatste figuur ziet men de eerste top reeds aangeduid vóór dat de druk-proef begint. Dit komt omdat even van tevoren al 'n druk-proef was uitgevoerd, en zoals we aan de beide figuren (22 en 23) zien, verdwijnt, merkwaardigerwijze, de eerste top trapsgewijze na het beeindigen van de druk op de borstkas. Op even dezelfde wijze verschijnt hij geleidelik tijdens de druk-proef. Ontleden we nu deze krommen, dan zien we hoe door de eerste inademingsbeweging de uitademingstussenpoos wordt ingekort; daarna echter verschijnt de tweede inademingsbeweging iets te laat, om de ademhaling als geheel te versnellen. De eerste beweging verslapt 'n ogenblikje, 'n geringe uitademing volgt, dan eerst valt de tweede beweging in en leidt tot de gewone inademingstop. De top van de eerste beweging is, zooals we zien, altijd scherp. De eerste beweging blijft dus, op zijn top aangekomen, niet wachten op de tweede. Hij begint ogenblikkelijk de terugweg, wordt echter halverwege door de tweede onderschept. Of dan de eerste weer gaat deelnemen aan de tweede is mij onmogelik te zeggen, schijnt evenwel zeer onwaarschijnlijk. Met HEAD'S methode van opschrijving door middel van 'n „diaphragm-slip", zou met zekerheid uit te maken zijn, met welke van de twee inadembewegingen de samentrekking van het middenrif overeenstemt, en zo die met de eerste korrespondeert, in hoeverre het aan de tweede beweging aandeel heeft.

Daar deze verschijnselen mij alleen bij één proefkat opgevallen zijn, ontbrak mij de gelegenheid om ze met de methode van HEAD nader te bestuderen.

Zoals echter bekend, kan men gewoonlik uit de beweging van de buik tijdens de inademing, op het al of niet meedoen van het middenrif besluiten. Hierop afgaande, meende ik te moeten aannemen dat de eerste beweging van het middenrif afkomstig was, en de tweede door de borstkasspieren voor de inademing tot stand kwam.

De koördinatie van de kontrakties van het middenrif en de overige inademingsspieren zou dus in dit geval door de druk-proef, na doorsnijding van de Vagi, aangetast zijn.

Vragen we hoe dat mogelijk zou zijn.

Worden de Vagi doorgesneden, dan ontbeert het ademhalingscentrum alle zenuw-boodschappen die van de longen komen.

Daardoor wordt het grotendeels op zichzelf aangewezen en neemt nu zijn eigen maat aan. Het middenrif en de binnenste tussenribsspieren moeten nu langer op order blijven wachten. De afferente impulsen die zij naar boven zenden, zijn niet voldoende om het ademcentrum vroeger te wekken. De kernen van de Phrenicus zijn echter van 'n hogere orde als de ademhalingskernen lager in het ruggemerg. En als de Vagi nu doorgesneden zijn, blijven er in elk geval nog afferente impulsen uit het middenrif en ten dele uit de longvliezen door de Phrenici naar boven vloeien. Die impulsen bereiken in de eerste plaats de Phrenicuskernen. Het is nu de vraag of, in het geval, dat die impulsen versterkt opgewekt worden, zoals we ons voorstellen dat door de druk-proef geschiedt (immers we hebben reeds opgemerkt hoe de onderste lange ribben tegen het middenrif aangedrukt worden), de Phrenicuskernen niet in staat zouden zijn om zelf tot werkzaamheid over te gaan. Wanneer we deze mogelikheid buitensluiten, zouden we echter ook kunnen denken, dat onder invloed van 'n aanzwellende zenuwstroom uit het ademhalingscentrum, plus de bovengenoemde versterkte impulsen, de phrenicuskernen iets vroeger tot werkzaamheid geprikkeld worden dan de lagere ademhalingscentra in het ruggemerg. Daarmee zou het verschijnen van de eerste inademingsbeweging verklaard zijn, niet zo geredelik echter het geleidelik-verdwijnen daarvan na de druk-proef.

Nu we vastgesteld hebben, dat na doorsnijding van de Vagi, de druk-proef nog invloed heeft op de ademhaling, wordt het toch zeer waarschijnlijk dat het drukproef-verschijnsel, ook bij intakte Vagi, althans tendele, een andere ondergrond bezit als de verschijnselen bij de proeven van HERING en BREUER. Immers deze onderzoekers zagen geen van de door hen beschreven verschijnselen, als de Vagi waren doorgesneden.

Wij hebben ons nu af te vragen of de afferente zenuwstromen voor het drukproef-verschijnsel, wellicht langs de Nn. intercostales naar boven gaan. Daartoe moet het ruggemerg, om de Phrenicus-kernen niet te beschadigen, beneden de vijfde halswervel worden doorgesneden.

Bij 'n onthersende proefkat werd het ruggemerg juist beneden de eerste thorakaalwervel blootgelegd en doorgesneden. De shock die daarop volgde deed de ademhaling voor 'n geruime tijd zeer

onregelmatig en ondiep worden, af en toe door enkele diepe zuchten afgewisseld. Na enige tijd verbeterde echter de toestand der ademhaling en kon ik regelmatige krommen daarvan opschrijven. Het bleek nu al spoedig dat het drukproef-verschijnsel, èn wat de afkorting der uitademingstussenpozen, èn wat de uitrekking der inademing aanging, onveranderd voortbestond. Ik drukte bij deze proeven altijd zovér mogelik naar achteren op de borstkas, om zeker te zijn dat ik ruim in het van 't ademcentrum afgesneden gebied was.

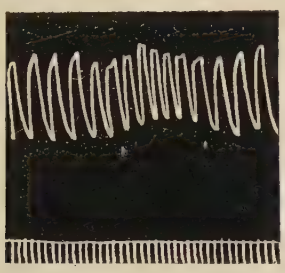

Fig. 23. (Sthetograaf-opschr.)
Ruggemerg onder Thor. I doorgesneden. Versnelling van de ademhaling door herhaald even drukken telkens na de uitademing. (tussen merkjes)
Ritme: 6 versneld = 4½ norm.
Tijd in sek.

Fig. 24. (Sthetograaf-opschr.)
Omstandigheden als in Fig. 23.
Verlangzaming van ademhaling door telkens drukken tijdens de inademing
Ritme: 3 verlangzaamd = ± 5 norm.
Tijd in sek.

De figuren 23 en 24 tonen respektievelik de versnelling van de ademhaling door herhaald drukken tijdens uitademing en de verlangzaming door herhaalde druk tijdens de inademing. Merkwaardigerwijze bleken deze refleksen veel gevoeliger nà als vóór de ruggemergsdoorsnijding. Dit bevestigde weer, wat ik onder andere omstandigheden reeds had waargenomen, dat, gegeven intakte banen voor de refleks, het ademcentrum na een bloedige ingreep (verwekking van eenzijdige pneumothorax, die daarna weer opgeheven wordt; openen van de buikholte,) in veel gevoeliger toestand ten opzichte van druk op de borstkas verkeert.

Het schijnt of het ademcentrum tengevolge van de hevige prikkeling die het daarbij moet verduren, eerst recht wakker geworden is voor zekere afferente impulsen, in ons geval die, door de druk-proef opgewekt.

Toen ook nog de Vagi werden doorgesneden was het verschijnsel, voor zoverre proefneming nog mogelik was bij 'n proefdier, dat nu slechts af en toe 'n krampachtige inademingsbeweging kreeg, niet meer op te wekken. Even vóór de doorsnijding van de Vagi was het echter in uitgesproken duidelikheid aanwezig. De Phrenicus die nu als enigste afferente baan overbleef, had dus zeker geen belangrijk aandeel aan het verschijnsel.

En de afferente banen die uit de borstkaswand hun oorsprong nemen, schijnen dus ook heel weinig, zo niet geen deel aan het drukproef-verschijnsel te hebben. We mogen dus aannemen, dat de Vagi, afgezien mogelik van individuele verschillen, in hoofdzaak de afferente impulsen voor de genoemde refleks naar het ademcentrum leiden.

Daar evenwel het kwantitatief afmeten van effekten hier moeilik door te voeren is, kan men toch niet nauwkeurig nagaan of er niet toch van tevoren afferente impulsen uit het nu uitgeschakeld gebied, aan de refleks hadden deelgenomen. Immers we zagen reeds dat drukken op de borstkas, ook na doorsnijding van de Vagi, als het ruggemerg intakt was, nog merkbare invloed, althans bij sommige proefkatten, op de ademhaling bezat. De Phrenici en (of) de thorakale zenuwen moesten dus daarvoor aansprakelik zijn.

Voor het drukproef-verschijnsel zijn dus nodig de afferente banen van de Vagi (in hoofdzaak) en, bij het ene proefdier méér, bij het andere minder wellicht, die van Phrenicus en (of) thorakale zenuwen.

Anders gezegd: door de druk-proef worden in hoofdzaak de eindvertakkingen van de Vagus in de longen geprikkeld, daarnaast evenwel ook tot 'n zekere mate de afferente vezels van de Phrenicus of van de interkostale zenuwen, of tenslotte, van beide laatstgenoemde gebieden. Nogmaals zij bemerkt, dat huidprikkels bij de druk-proef geen waarneembare rol spelen.

XI. Samenvatting.

Herhalen we in 't kort, wat we in de voorgaande bladzijden hebben gevonden.

Drukken op de borstkas veroorzaakt,

1) een inkorting van de uitademingstussenpozen,
2) 'n uitrekking van de inademingstoppen.
   Dientengevolge kan drukken op de borstkas zowel
   a) 'n versnelling, als
   b) 'n verlangzaming van de ademhaling bewerken.
3) Bij proef-katten die heel slecht of vanzelf bijna in 't geheel niet ademden, kon, door telkens op de borstkas te drukken, 'n reflektoriese kunstmatige ademhaling worden opgewekt.
4) Drukken op de borstkas tijdens de inademing, verlengt de inademing en heeft dikwels 'n grotere luchtverplaatsing ten gevolge.
5) Apnoea, ontstaan door overventilatie van de longen, door slikken, braken, door eenmalige diepe inademing, kan door drukken op de borstkas onderbroken worden.
6) Herhaald even drukken, geruimen tijd lang telkens na de uitademing, laat dikwels, ook dan wanneer de ademhaling daardoor niet belangrijk of in 't geheel niet versneld is geworden, 'n toestand van verminderde prikkelbaarheid van het ademcentrum, of zelfs geringe apnoea na.
7) Bij niet te diepe verdoving komt ook vóór de onthersening bij katten, 'n uitrekking van de inademing door drukken op de borstkas tot stand.
8) Inblazen van lucht in de pleuraholte geeft bij middendruk 'n versnelling van de ademhaling.
9) 'n Onthersende kat in uitrek-houding gebracht, houdt de adem in.
10) Na doorsnijding van de Vaguszenuwen heeft de druk-proef nog invloed op de ademhaling, doch in veel geringere mate.
11) Doorsnijding van het ruggemerg beneden de Phrenicuskernen, laat het drukproef-verschijnsel onveranderd.

XII. Beschouwingen over de kunstmatige ademhaling.

We wagen ons nu, moge het ook niet streng-wetenschappelik heten, aan vermoedingen en veronderstellingen, die evenwel, werden ze aan het eksperiment getoetst, van wetenschappelik belang en wellicht van prakties nut mogen blijken te zijn.

De vraag heeft zich namelik bij mij opgedrongen, of niet wellicht bij het toepassen van kunstmatige ademhaling, waarbij zooals we weten, bijna zonder uitzondering, in meer of mindere mate — Silvesters methode niet buitengesloten — gebruik wordt gemaakt van druk op de borstkas, juist door deze druk de ademhalingskernen *reflektories* worden geprikkeld.

Zover mij bekend, is deze gedachte nog niet naar voren gebracht. Ik vind althans o.a. in het veelomvattend boekje van VAN EIJSSELSTEIJN (27) geen aanduidingen in deze richting.[1]) Nu zagen we in de voorgaande bladzijden hoe bij 'n onthersende proefkat, die zeer slecht of vanzelf in 't geheel niet ademde, op zeer eenvoudige wijze de ademhaling in gang kon worden gehouden, door telkens even op de borstkas te drukken. In een dergelijk geval, waar we dus van 'n echte reflektoriese kunstmatige ademhaling mogen spreken, is het mij dikwels genoeg opgevallen, hoe, als ik wat lang wachtte met de druk-proef, duidelike ademnoodverschijnselen zich voordeden: de kat begon te beven, de haren gingen overeind staan, krampen voltooiden het beeld. Ik kreeg de indruk dat het proefdier aan ademnood zou zijn gestorven, had ik niet met de druk-proef adembewegingen opgewekt.

Het ligt dus voor de hand, gezien zulk een gevoelig-ontwikkelde refleks bij de katten, iets dergelijks bij de mens te veronderstellen.

Nu zijn, uit den aard der zaak, de kansen tot proefneming bij de mens gering. We zijn in deze aangewezen op enkele ongelukkigen, die o.a. als drenkelingen of als schijndoden door elektriese werking, door de afdelingen van Eerste-hulp worden terzijde gestaan.

In de chirurgie komt het wel eens voor, dat door te diepe verdoving de ademhaling stokt. Hier echter is de hoop gering, positieve uitwerking van druk op de borstkas te verwachten,

[1]) Toch deden de proeven van R. DU BOIS-REYMOND en KATZENSTEIN 'n dergelijke reflektoriese prikkeling van de borstkaswand uit reeds vermoeden. Zo spreekt ZWAARDEMAKER (Leerboek der Physiologie) van „thoraxprikkels als in de trant van de kunstmatige ademhaling".

omdat door de diepe verdoving — althans bij katten — de refleks vernietigd wordt. In dit verband zij er echter op gewezen, dat bij nog niet vérgevorderde verdoving, terwijl de proefkat zich toch al rustig gedraagt, druk op de borstkas, ook vóór de onthersening, een uitrekking van de inademing teweegbrengt. En wat dit feit nu betreft, zou voorzichtige proefneming (men denke aan de gevaren van te krachtige druk op de borstkas!) mogelik wel geoorloofd zijn in de zalen van de heelkundige afdelingen.

De gevallen van ademstilstand door gasverstikking en andere vergiftigingen zullen voor proefneming waarschijnlik ook niet geeigend zijn, omdat door de aardvreemde stof aan de reflekspriklkelbaarheid van het ademcentrum andere omstandigheden zijn opgedrongen dan die, welke door eenvoudige ademnood ontstaan, waarbij het in hoofdzaak gaat om een te weinig aan zuurstof en 'n overmaat aan CO_2.

Dan hebben we nog de schijndode pasgeborenen.

Hier echter doet de vraag zich voor of de longen die nog niet geademd hebben en dus in atelektase verkeren, voor druk op de borstkas gevoelig zullen zijn. Heeft men echter eenmaal, door middel van een der gebruikelike methoden, de longen van lucht voorzien, dan zou het wel eens kunnen blijken, dat de mogelikheid bestaat, reflektories, door drukken op de borstkas ademhalingsbewegingen op te wekken. Wegens het grote gevaar van te krachtige druk, zij men echter zeer voorzichtig.

Tenslotte wil ik de CHEYNE—STOKES ademhaling vermelden, en op de gelegenheid tot proefneming wijzen, die hier wellicht de toestand van apnoea ons biedt.

In de litteratuur over de kunstmatige ademhaling worden enkele feiten vermeld, die een reflektoriese werking van druk op de borstkas aanduiden. Ik denk aan HOWARD'S geweldmethode, waarbij de helper, de handen ter weerszijden op de borstkas van de verongelukte, die op zijn rug ligt, met het gehele gewicht van zijn lichaam steunend op de ellebogen als draaipunt, afwisselend telkens de borstkas van de ongelukkige bezwaart.

De „gasp" en de onwillekeurige adembewegingen, waarop HOWARD met genoegen wees, toen hij bij de demonstratie de normale proefpersoon „in his power" kreeg, waren niets anders dan reflektoriese adembewegingen door de krachtige druk opgewekt.

Dergelijke reflektoriese adembewegingen zullen ook wel met

de methoden van SCHÄFER, SCHÜLLER en BROSCH te voorschijn geroepen kunnen worden.

Geheel onprikkelbaar is nu het ademcentrum ook bij drenkelingen, in de meeste gevallen niet. Getuige daarvan 'n zekere mate van sukses, die de methode van LABORDE afwerpt. Daarbij worden, door ritmies aan de tong te trekken, de Nn. laryngei en de N. glossopharyngeus geprikkeld en langs dien weg, reflektories, ademhalingsbewegingen opgewekt. LABORDE zelf eist voor zijn methode buitengewone voorrang. We mogen zijn mening al of niet delen, zijn methode heeft in elk geval bewezen dat men op de mogelikheid, het ademcentrum reflektories te prikkelen, ook bij drenkelingen nog mag rekenen.

Gegeven dus het feit, dat bij normale mensen reflektoriese adembewegingen, door drukken op de borstkas kunnen worden opgewekt, en gegeven daarnaast, dat bij drenkelingen, de refleksprikkelbaarheid van het ademcentrum in vele gevallen nog bestaat, is de vraag, of met de gebruikelike methoden van kunstmatige ademhaling zoals we die toepassen, niet ook reflektories de ademhaling wordt aangewakkerd, wel geoorloofd en hoogstwaarschijnlik bevestigend te beantwoorden.

'n Ander gegeven, dat mij op deze mogelikheid schijnt te duiden, is het feit, dat de teruggekeerde eigen ademhaling, dikwels genoeg na het staken van de kunstmatige ademhaling weer gaat staan.

Nemen we nu, als voorbeeld, de methode van SILVESTER, zoals die in Nederland door MIJNLIEFF (28) en VAN EYSSELSTEIJN wordt voorgestaan.

Daarbij gaat men als volgt aan 't werk:

De armen bij de ellebogen (MIJNLIEFF) vastgegrepen, en gedurende 2—3 sek. met matige kracht tegen de vóór-zijvlakken van de borstkas gedrukt (uitademing). Nu worden de armen òf zijdelings langs het lichaam, òf voor, boven het hoofd langs, naar achteren bewogen en dan tegen de bodem gedrukt. Weer wordt 2—3 sek. gewacht. Door deze beweging wordt de borstkas verwijd, lucht naar binnen gezogen (inademing). De armen worden vervolgens in de begin-stand teruggebracht en de beweging begint als voren.

Ook bij SILVESTER dus, — de op het vasteland meest gebruikte

methode — wordt van druk op de borstkas, in matige kracht, gebruik gemaakt. Alleen JELLINEK (29) in Weenen ontraadt het drukken geheel en al, blijkbaar hoofdzakelik omdat zijn bloeddruk-manometer bij lijken, tijdens het drukken, geen merkbare verandering toonde. Behalve dat het aldus op lijken gevondene mij niet van zelfsprekend op schijndoden toepasselijk schijnt, meen ik, dat hij hierin juist 'n rede moest gezien hebben geen overdreven vrees voor matige druk te koesteren. Immers de manometer toonde geen nadelige druksverhoging tijdens het toepassen van de druk.

We zeiden reeds, dat hoogstwaarschijnlik ook bij mensen, druk op de borstkas, langs Vagus en andere afferente banen, het ademcentrum reflektories prikkelt.

Het wil mij nu voorkomen, dat behalve de betere voeding, die door de kunstmatige ademhaling wordt bewerkstelligd, ook de door druk op de borstkas van de schijndode gewekte prikkels, heilzaam op het ademcentrum inwerken, en dit laatste op 'n gegeven moment tot werkzaamheid doet ontwaken. Binnen de perken van het ongevaarlike blijvend, mag dus het drukken op de borstkas, — zo onze veronderstelling juist blijkt — 'n physiologiese methode genoemd worden. Inderdaad doen we dan niets anders, dan 'n normale physiologiese prikkelingstoestand, zoals die door het samenvallen van de longen tot stand komt, 'n weinig te versterken, doordat we de longen nog iets meer doen samenvallen. We laten hier de mogelike afferente impulsen die langs Phrenicus en interkostale zenuwen naar boven gaan, buiten bespreking. Het breken van 'n rib, bij het toepassen van HOWARD of SCHÄFER, mag in 'n bepaald geval, — ik acht het niet onmogelik — de oorzaak van de eerste spontane ademhaling zijn. We willen echter „physiologies" handelen, d.w.z. binnen de perken blijven, waar pathologiese gevolgen onzer handeling vermeden worden.

Hoe zullen we nu de druk op de borstkas toepassen? Wat dat betreft, schijnt mij de methode van SILVESTER, zoals die o.a. in Nederland door MIJNLIEFF wordt aanbevolen, voor enige geringe wijzigingen vatbaar. We zagen hoe bij deze methode de armen gedurende 2—3 sek., boven het hoofd op de grond gedrukt, worden vastgehouden (inademing) en daarna gedurende

2—3 sek. tegen de voorzijvlakken van de borstkas worden aangedrukt (uitademing).

Wat de pauze van 2—3 sek. op de top van de inademing aangaat, kan verschil van opvatting recht van bestaan hebben. Niet echter, wat het nutteloze, ja, schadelike van 'n *druk*-periode van 2—3 sek. bij de uitademing betreft.

We hebben het niet tegen de duur van de pauze, ook niet tegen de druk opzichzelf, maar tegen de duur van de druk.

Het zal ons toch wel duidelik zijn dat drukken gedurende de *gehele* periode van 3 sek. geen onbesproken nut dient. Schadelik zeker zou het uit dien hoofde al zijn, dat 'n deel van de residuaire lucht, waarvan intussen nog wat O in de bloedsbaan had kunnen worden opgenomen, onnodig vroeg uit de longen wordt gedrukt. Schadelik ook, omdat de negatieve druk in de borstkas, waarvan de heilzame werking op de bloedsomloop algemeen bekend is, niet alleen opgeheven, maar zelfs in 'n positieve wordt omgezet, zodoende de bloedstroom naar de borstkas toe en door de longen heen, met 'n belangrijke weerstand bezwarend.

Drukken we nu alleen gedurende de laatste of laatste anderhalve sekonde, dan bereiken we precies hetzelfde nuttige effekt, terwijl de nadelen veel geringer zijn.

De residuaire lucht die nu naar buiten gedrukt werd, wordt het volgende ogenblik, als we de armen naar boven bewegen vervangen door verse lucht. Ook de nadelen voor de bloedsomloop geraken dan, bij zulk 'n kortdurende drukperiode, op de achtergrond.

Maar de verdediging van 'n verkorte drukperiode vindt ook steun in de overweging van het physiologiese resultaat, dat we, volgens onze voorstelling, daarmede bereiken. We moeten wel, naar analogie van wat bij de katten geschiedt, aannemen, dat door de druk op de borstkas, de longvagus (andere afferente banen niet in aanmerking genomen) wordt geprikkeld en langs dien weg dus ook het ademcentrum. Drukken we nu gedurende 'n geheele periode van 3 sekonden, dan kan het voorkomen, dat inademingsimpulsen uit het geprikkelde ademcentrum worden afgestuurd, nog vóór we onze druk hebben opgeheven. De inademing, die daarop moet volgen, zal dan, vooral wanneer die zeer zwak is, vrijwel nutteloos werk tegen de druk in verrichten.

Hebben we slechts even voor de volgende kunstmatige inademing gedrukt (in andere woorden, de Vagus-uiteinden geprikkeld) dan was de gelegenheid gunstig voor kunst en natuur, zich wederzijds te ondersteunen.

Ten overvloede zij bemerkt, dat we hier niet spreken over dat stadium van de eerste hulp bij drenkelingen, wanneer het vooral geldt, zooveel mogelik slijm, water en wat er nog meer de luchtwegen mocht versperren, door druk naar buiten te drijven.

Bij schijndoden door elektriese werking wordt nog al eens, en schijnbaar dikwels met goed sukses, hartmassage toegepast. Wordt nu werkelijk het hart gemasseerd, en niet slechts de huid gewreven, dan zullen ook wel de takken van de longvagus geprikkeld worden, en we stellen ons de vraag, of de heilzame werking der hartmassage, niet ten dele ook door deze Vagusprikkeling, het ademcentrum ten goede komt.

Ofschoon nu slechts middelik met ons onderwerp verbandhoudend, en ofschoon op zuiver theoretiese overwegingen gegrond, willen we toch opmerken, dat de pauze van 2—3 sek. op de top van de inademing, behalve wanneer er 'n bemoeilikte toetreding van lucht naar de longen bestaat, ons niet recht verstaanbaar schijnt. JELLINEK legt juist op deze pauze buitengewone klem, en wel, omdat zijn manometer in de Vena iliaca bij lijken eerst door die lange pauze 'n goeden uitslag vertoonde.

Hiertegen kan men echter inbrengen, dat bij lijken de vaatwanden niet meer die graad van rekbaarheid bezitten als in het levende lichaam. De negatieve druk in de borstkas oefent zijn zuigwerking op de bloedstroom toch hoofdzakelik daardoor uit, dat de slappe aderen in dit gebied iets wijder worden. En nu zullen de levende vaten van de schijndode toch wel veel gemakkeliker en sneller deze verwijding kunnen ondergaan dan de dode vaatbuizen van een lijk.

Bovendien vergete men niet dat de borstkas bij lijken, door grotere stijfheid, niet zo geredelik de traktie zal volgen, en ook tijdens de pauze nog wat zal meegeven. De spieren van de schijndode daarentegen zijn verslapt, bezitten geen of slechts geringe tonus; de borstkas zal dus gemakkeliker de trek-kracht kunnen gehoorzamen.

Maar we vragen ons af, wat men eigenlik van deze lange

pauze verwacht. Heeft men daarbij hoofdzakelik het oog op een verbetering der bloedsomloop? Gewis blijft de negatieve intrathorakale druk dan langer op 'n laag minus-getal staan. De cirkulatie door de longen gaat dus gemakkeliker. Maar terzelfdertijd wordt ook veel meer bloed als anderzins uit buik, benen en bovendeel van het lichaam naar de borstkas gezogen. Het verzwakte rechterhart krijgt dus de last, die hem aan de ene zijde wordt afgenomen ter andere weer opgelegd; het is 'n overladen van de ene op de andere schouder. En de slotsom is, dat het toch al verzwakte hart in de tijdseenheid méér bloed door de longen moeten pompen — gesteld al dat het dat kan — dan onder gewone omstandigheden het geval zou zijn.

Of denkt men zich 'n betere diffusie der ademgalingsgassen? We weten echter, 1) dat deze gassen (O en CO_2) vrij snel diffunderen door de 90 M.^{2} grote oppervlakte der longen, 2) dat de drukverschillen van deze gassen in het bloed enerzijds en in de longen anderzijds, vooral bij het begin van de kunstmatige ademhaling zeer groot zullen zijn, en de diffusie dus belangrijk zullen bespoedigen en 3) dat na enige tijd de alveolaire lucht 'n gemiddeld gehalte aan O en CO_2 bevat, hetwelk in een zekere verhouding tot de druk dezer gassen in het bloed staat. Door de inademing wordt deze alveolaire lucht maar gedeeltelijk ververst. Ware het geval zo, dat een algeheele verversing plaats vond, dan had een lange pauze op de inademing mogelik wel zin. Zonder meer is mij die niet recht duidelik.

En gaat men van de regel uit, dat de kunstmatige ademhaling zoveel mogelik de physiologiese moet benaderen, dan heeft de pauze op de inademing eerst recht geen reden van bestaan.

Juist in dyspnoea houdt het dier of de mens zijn adem niet telkens 'n oogenblikje in. Op de inademing volgt altijd direkt de uitademing, dan eerst komt er een pauze, maar bestaat er ademnood dan wordt de ademhaling dieper, en ten koste van de uitademingspauze sneller.

Onzes inziens zou men dus de natuur nader streven, wanneer bij de SILVESTER-methode, de armen slechts even op de grond, achter het hoofd van de patient, werden gedrukt en daarna naar de aanvangsstand op de borstkas werden teruggebracht. Een en ander alleen dan wanneer de toetreding van lucht naar de longen niet is belemmerd.

Wil men nu toch, en terecht, bij *het begin* van de kunstmatige ademhaling 'n intensieve luchtverversing bereiken, dan kan men de uitademingspauze wat inkorten, en zo nodig tijdens de inademing iemand aan de benen van de patient doen trekken, om de wervelkolom te strekken en daarmee de borstkas nog meer te verwijden.

Men zou daarmee 'n natuurlike dyspnoea nagebootst hebben. Die mag echter niet te lang worden volgehouden.

Om redenen, waarop ik hier niet nader kan ingaan, moet daarna 'n normaal ritme worden ingevoerd.

Om te voorkomen dat de leek-helper, zoals reeds vaak genoeg geschiedt, de bewegingen bij kunstmatige ademhaling overhaastig uitvoert, zal men wel altijd enige ruimte voor de inademingsbeweging moeten laten.

En hier moeten we de voorstanders van de lange pauze op de inademing (JELLINEK) recht doen en vermelden dat zelfs zij tenslotte neerschrijven dat men 1, 2—3 sek. moet wachten.

Tegen 1 sek. pauze kunnen we geen bezwaar maken, 3 sek. lang echter de adem kunstmatig te doen inhouden, schijnt ons tegen de natuur te gaan.

Door de pauze op de inademing niet te lang te maken, kan men de pauze na de uitaneming wat ruim nemen, en de borstkas gedurende ongeveer 2 sek. in rust laten, om slechts even vóór het ophalen van de armen, druk daarop uit te oefenen.

Op die wijze zou men dezelfde luchtverplaatsing bereiken, er wordt niet onnodig lang op de borstkas gedrukt, en de helper kan telkens 'n ogenblikje zijn spieren ontspannen.

Tenslotte willen wij er op wijzen, dat de mogelikheid niet buitengesloten schijnt, in die gevallen, waar de eigen teruggekeerde ademhaling, na het staken van de kunsthulp, neiging toont weer te verslappen, de normale ademhaling aan te wakkeren, door telkens na de uitademing even op de borstkas te drukken.

LITTERATUUR OPGAVE.

1) MARCKWALD, du Bois-Reymond's Archiv. 1880, p. 441.
2) KNOLL, Sitz b. d. Kon. Akad. der Wissensch. Bd. 85, 1882.
3) JAPELLI, Archiv. di Fisiologia III 1906, p. 215,
4) LANGENDORFF, Mittheil. aus d. Königsberger psysiol. Lab., Königsberg, 1878.
5) GRÜTZNER, Pflügers Arch. Bd. 17, p. 215.
6) TRAUBE, Zeitung des Vereins f. Heilkunde, No. 5, 1847.
7) ROSENTHAL, o.a. in Du Bois-Reymond's Archiv. 1881, p. 39.
8) GAD, Du Bois-Reymond's Archiv. 1880. '81, '86.
9) FREDERICQ, Bulletins de l'Acad. roy. Belgique, 47, No. 4, 1870.
10) WAGNER, Sitzb. d. Wiener Akad. Bd. 80, p. 177.
11) MARCKWALD, Zeitschr. f. Biologie, N.F. 5, 1886—87, p. 149.
12) LOEWY, Pflügers Arch. Bd. 42, 1888, p. 245.
13) HERING en BREUER, Sitzb. d. Wiener Akad. Bd. 57, 1868.
14) LOEWY, Pflügers Arch. Bd. 42, p. 273.
15) HEAD, zie Starling's Principle of Human Physiology 2nd Edition, p. 1092.
16) LUCIANI, Human Physiology, Vol. I, p. 488.
17) TRAUBE, Berl, Klin. Wochenschr. 1874, No. 16 en 18.
18) BAGLIONI, Centralblatt für Physiologie 1902, p. 649.
19) R. DU BOIS-REYMOND en KATZENSTEIN, Du Bois-Reymond's Arch. 1901, pag. 513.
20) ADUCCO, Annali di freniatria e scienze affini, Torino, 1889.
21) ANREP en CYBULSKI, Pflügers Arch. 1884, Bd. 33, p. 243.
22) FREDERICQ, Bulletins de l'Acad. roy. Belgique, 1900, 7, p. 464.
23) SHERRINGTON, Quarterly Journal of experim. Physiology, 1915, IX, p. 147.
24) ———— Mammalian Physiology, a course of practical Exercises, Oxford, 1919, p. 82.
25) ———— Brain, 1915, XXXVIII, Part. III, p. 191.
26) MAGNUS en DE KLEYN, Pflügers Arch. 1912, Bd. 145, p. 455.
27) VAN EYSSELSTEIJN. Die Methoden der künstliche Atmung. Verlag v. Julius Springer, Berlin, 1912.
28) MIJNLIEFF, Die künstliche Atmung in der Praxis. Bericht über d. II Internat. Kongress f. Rettungswesen. (Wien 9—13 Sept. 1913.)
29) JELLINEK, Geneesk. Tijdschrift der Rijksverzekeringsbank, Nov. 1922, No. 11.

STELLINGEN.

I. De blinde vlek van MARIOTTE is in onze ruimtewaarneming inbegrepen.

II. De naar elkaar toegekeerde vlakken der vingers zijn korresponderende vlakken, in dezelfde zin als bij de ogen de korresponderende punten der netvliezen.

III. Het is onwenselik met de kunstmatige ademhaling, behalve in gevallen van gasverstikking en in het begin van de kunsthulp bij drenkelingen, een grotere luchtverplaatsing dan de normale na te streven.

IV. De verwijdering van de traanzak is te verkiezen boven een of andere vorm van dacryocysto-rhinostomie. (Toti, West-Polyak).

V. Behalve in gevallen van zeer zware suikerziekte, biedt, bij de insuline-behandeling, de kontrôle door bloedsuikerbepalingen geen prakties voordeel boven die door urinesuikerbepalingen.

VI. Bij doorbraak, in de galwegen, van een Echinococcuscyste van de lever, worde zo spoedig mogelik heelkundig ingegrepen.

VII. Het gezichtsbedrog, waarbij 'n helder lichtend punt gezien wordt op de plaats waar twee donkere lijnen zich kruisen, moet als een kontrast-verschijnsel worden opgevat.

VIII. Het geneeskundige onderwijs aan de Nederlandse Universiteiten worde in dien zin op meer praktiese grondslag ingericht, dat ook gedurende de twee jaren volgend op het kandidaatseksamen, geregelde praktiese oefening en waarneming aan het ziekbed, met het theoretiese onderricht verbonden wordt.